

TRABAJO FIN DE MÁSTER

UNIDAD DIDÁCTICA:

EL ADN, LA HERENCIA BIOLÓGICA.

UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.

CURSO 2012/2013



AUTORA: ANDREA BARBARIN

TUTOR: FERMÍN GONZALEZ

INDICE:

| | |
|--|-------|
| 1. Resumen..... | 3-4 |
| 2. Introducción..... | 4-6 |
| 3. Programación de la Unidad Didáctica..... | 6-8 |
| 4. Objetivos de la Unidad Didáctica: | |
| 4.1. Objetivos generales..... | 9 |
| 4.2. Objetivos específicos..... | 9-10 |
| 5. Clases teóricas: | |
| 5.1. Test de conocimientos previos..... | 10 |
| 5.2. Metodología..... | 11-17 |
| 6. Construcción del modelo tridimensional de la doble hélice de ADN: | |
| 6.1. Introducción..... | 18 |
| 6.2. Material..... | 18-19 |
| 6.3. Metodología..... | 19-21 |
| 6.4. Consideraciones del modelo..... | 21 |
| 7. Actividades de la Unidad Didáctica: | |
| 7.1. De introducción..... | 22-24 |
| 7.2. De focalización..... | 24-27 |
| 7.3. De exploración..... | 27-28 |
| 7.4. De investigación..... | 28-29 |
| 7.5. De resumen..... | 29-30 |
| 8. Práctica de laboratorio: | |
| 8.1. Introducción..... | 30 |
| 8.2. Objetivos y material..... | 31 |
| 8.3. Metodología..... | 31-35 |
| 8.4. Resultados, explicación y conclusión..... | 36 |
| 9. Elaboración de mapa conceptual: | |
| 9.1. Introducción..... | 37 |
| 9.2. Características de los Mapas Conceptuales..... | 38 |
| 9.3. Metodología | 38 |
| 9.4. Evaluación..... | 39 |
| 9.5. Uve de Gowin del modelo instruccional..... | 40-42 |
| 10. Reflexión final de la Unidad Didáctica..... | 43 |
| 11. Evaluación..... | 43-46 |
| 12. Anexos..... | 47-68 |
| 13. Bibliografía..... | 69 |

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje significativo, errores conceptuales, paradigma educativo, filosofía constructivista, Material genético, Griffith, factor transformante, ADN (ácido desoxirribonucleico), genes, Watson y Crick, modelo de doble hélice, bases nitrogenadas, puentes de hidrógeno, complementariedad, antiparalelismo, nucleótidos, síntesis, Meselson y Stahl, replicación semiconservativa, ADN polimerasa, helicasa...

RESUMEN

Este trabajo fin de máster consiste en la planificación de la docencia y la evaluación de una unidad didáctica dedicada al estudio del ADN para alumnos/as de 2º de Bachillerato. Para ello propongo la realización de unas clases teóricas en las que se llevarán a cabo, el estudio del ADN, su estructura, características, funciones, su descubrimiento como molécula portadora de la información genética, su proceso formativo y su forma y proceso de duplicación. Las sesiones se apoyarán visualmente con una presentación PowerPoint, con videos explicativos tanto de la estructura del ADN, como del proceso de replicación, y con la realización de varias actividades que ayuden a la comprensión.

Tras las clases teóricas, propongo la construcción de un modelo tridimensional de la doble hélice del ADN, lo que llevará a conocer bien su estructura. Además de esto se realizará una práctica de laboratorio en la que el alumnado observará los conceptos estudiados en clase y aclarará aquellas dudas sobre cómo es realmente lo que se está estudiando.

Además de introducir prácticas, es preciso que la docencia vaya incorporando innovaciones que permitan adecuarla al contexto social y tecnológico del momento, así como a los conocimientos nuevos sobre el propio proceso de aprendizaje. Por esta razón, incluyo el uso, por parte del docente, de dos instrumentos metacognitivos, como son, los mapas conceptuales, para elaborar un modelo de conocimiento, a partir del cual se llegará a construir un módulo instruccional, y la UVE de Gowin. Gracias a estas herramientas, se facilitará el aprendizaje significativo, y se ayudará al alumnado a comprender la naturaleza del conocimiento, cómo se crea el conocimiento, y como nuestras mentes trabajan para construir potentes estructuras cognitivas de la manera más clara y ordenada posible. Además ayudarán a generar el cambio conceptual para evitar el problema de los errores conceptuales, que surgen de la interacción del conocimiento previo de los alumnos, con el conocimiento científicamente aceptado, dando lugar a un conjunto diverso de resultados de aprendizaje no deseados.

Los errores conceptuales constituyen una auténtica barrera para el desarrollo del pensamiento creativo y crítico del alumnado.

Por otro lado, cada alumno de manera individual, mediante el empleo del programa informático Cmap tools, el cual funciona como una gran herramienta para la representación del conocimiento, elaborará un mapa conceptual donde quede reflejado todo su aprendizaje significativo llevado a cabo a lo largo de la Unidad. Estos trabajos (cada uno particular y diferente al anterior), se expondrán en clase, y serán evaluados por el docente, pero en gran medida dependerán de las autoevaluaciones mediante rúbrica de los propios alumnos.

Por último, propongo la realización de una reflexión final y conjunta sobre lo aprendido durante la Unidad. Aquí, se considerará necesario que los alumnos tengan la posibilidad de discutir las respuestas y la estructura del mapa conceptual, observar detenidamente el modelo tridimensional de la molécula de ADN para inferir la importancia del antiparalelismo en la replicación, comentar las actividades planteadas, todas las dificultades surgidas... y sobre todo desarrollar su pensamiento crítico y creativo.

El proceso de evaluación, deberá por tanto ajustarse al nuevo paradigma educativo que queremos conseguir. No solo se evaluará mediante pruebas estandarizadas y/o pruebas de ensayo convencionales, que están diseñadas para medir el conocimiento de los alumnos y el recuerdo de

datos, sino que además de esto, la evaluación se centrará en la medida del rendimiento del alumno, de su intervención en la realización de prácticas que conecten su aprendizaje con la experiencia del mundo real. También se evaluarán las habilidades de investigación, la resolución de problemas de nivel superior, y la aplicación y el análisis interpretativo de los conocimientos previos. Este tipo de evaluación, requiere del alumno evidencias de su dominio del conocimiento, de su comprensión conceptual, y de su capacidad de aplicarlos en nuevos contextos.

INTRODUCCIÓN

El problema que se me ha planteado para realizar este proyecto, se basa sobre todo en los errores conceptuales que presenta el alumnado a la hora de enfrentarse a un tema en concreto, en este caso el mundo de las ciencias. La educación, hoy en día, sigue realizándose a través de un aprendizaje memorístico, que se ciñe al libro de texto y a recoger toda la información que transmite el docente, sin presencia en el alumnado de un esquema mental adecuado, de unos conocimientos previos, por lo que no aprendemos nada.

Estos conocimientos previos, a menudo están en desacuerdo con los científicamente aceptados, por lo que surgen una serie de errores conceptuales, que actúan como grandes obstáculos para el desarrollo del pensamiento creativo y crítico del alumnado.

Los bajos rendimientos de los alumnos en las pruebas de evaluaciones convencionales, ordinarias y extraordinarias, justifican la necesidad de un cambio.

Dada la importancia de este problema, considero que se requiere tanto creatividad, como innovación, que permitan extraer el máximo rendimiento del tiempo dedicado a la formación de los estudiantes y que potencien en ellos el deseo de aprender. Por ello, a través de esta Unidad Didáctica, quiero destacar la importancia del aprendizaje significativo, que conduce al alumnado a construir su propio conocimiento, nuevos significados, reestructurando y mejorando su estructura cognitiva, de manera que se facilite el futuro aprendizaje y la solución creativa de problemas.

El realizar trabajos prácticos, creativos, dinámicos, y de construcción de modelos mediante la herramienta de los mapas conceptuales o los diagramas en V, ayudan al alumnado a construir su propio aprendizaje, a aprender de manera significativa, a construir paso a paso esquemas relevantes de conocimiento, que irá reelaborando y precisando con el tiempo, y además a intentar paliar el problema de los errores conceptuales.

Con esta Unidad, el alumnado puede imaginar una estructura tridimensional y sus procesos dinámicos, cosa que es muy difícil a través de las representaciones que muestran los libros de texto. Por esta razón, este modelo didáctico se presenta como una herramienta alternativa para representar y trabajar, en tres dimensiones y de forma dinámica, algunos conceptos relacionados con el ADN.

Test realizados con alumnos universitarios después del estudio de tópicos de genética han manifestado que éstos no siempre consiguen establecer asociaciones coherentes con el conocimiento científico actual, mostrando la existencia de dificultades en cuanto a la comprensión de las representaciones científicas acerca del tema (Bahar et al., 1999). Por tanto, hacerlas más comprensibles para los estudiantes de Bachillerato es un desafío para el docente. Tales asuntos

requieren ilustraciones para aproximar al alumno al objeto de estudio. Sin embargo, muchos alumnos tienen dificultades a la hora de imaginar una estructura en tres dimensiones y sus procesos dinámicos, a partir de figuras representadas en un plano, y de relacionar la representación esquemática a la realidad (Krasilchik, 2004).

Mi experiencia con los alumnos de Bachillerato ha mostrado que los esquemas de los libros de texto, muchas veces, no son una fuente suficiente para explicar esas relaciones conceptuales, ya que cuando realicé con ellos la práctica de laboratorio, por ejemplo, había quien se esperaba encontrar con un ADN de color rojo y de tamaño más grande. Es difícil para el profesor identificar posibles errores conceptuales de sus alumnos a partir de la evaluación de textos o esquemas en los que el alumno repite lo que leyó en los libros u oyó del profesor. En este contexto, el alumno puede repetir correctamente, pero haber estructurado cognitivamente los conceptos de forma inadecuada (Soares et al., 2005). Por esta razón, los modelos didácticos se presentan como una herramienta alternativa para representar y trabajar, en tres dimensiones y de forma dinámica, algunos conceptos relacionados con el ADN.

La presente Unidad Didáctica, presenta el estudio del ADN, su estructura, sus características, sus funciones, su forma de duplicarse y su implicación en la transmisión de los genes, todo ello contemplado en el currículum oficial para el curso de 2º de Bachillerato en la página Web del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Ministerio Educación, Cultura y Deporte, 2011). Concretamente, la asignatura de Biología se divide en 5 bloques. De todos ellos se tratarán aspectos de dos de los bloques; “Morfología, estructura y funciones celulares”, cuyos subapartados son: “La célula: unidad de estructura y función. La teoría celular”, “Aproximación práctica a diferentes métodos de estudio de la célula”, “Morfología celular. Estructura y función de los orgánulos celulares. Modelos de organización en procariotas y eucariotas. Células animales y vegetales”, “La célula como un sistema complejo integrado: estudio de las funciones celulares y de las estructuras donde se desarrollan. El ciclo celular”, “La división celular. La mitosis en células animales y vegetales. La meiosis. Importancia en la evolución de los seres vivos”, “Las membranas y su función en los intercambios celulares. Permeabilidad selectiva. Los procesos de endocitosis y exocitosis”, “Introducción al metabolismo: catabolismo y anabolismo”, “La respiración celular, su significado biológico. Orgánulos celulares implicados en el proceso respiratorio. Aplicaciones de las fermentaciones”, “La fotosíntesis. Fases, estructuras celulares implicadas y resultados. La quimiosíntesis”, y “Planificación y realización de investigaciones o estudios prácticos sobre problemas relacionados con las funciones celulares”.

El segundo bloque es el de “La herencia. Genética molecular”, que también presenta varios subapartados, como: “Aportaciones de Mendel al estudio de la herencia”, “La herencia del sexo. Herencia ligada al sexo. Genética humana”, “La teoría cromosómica de la herencia”, “La genética molecular o química de la herencia. Identificación del ADN como portador de la información genética. Concepto de gen”, “Las características e importancia del código genético y las pruebas experimentales en que se apoya. Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas”, “La genómica y la proteómica. Organismos modificados genéticamente”, y “Alteraciones en la información genética; las mutaciones. Los agentes mutagénicos. Mutaciones y cáncer. Implicaciones de las mutaciones en la evolución y aparición de nuevas especies”.

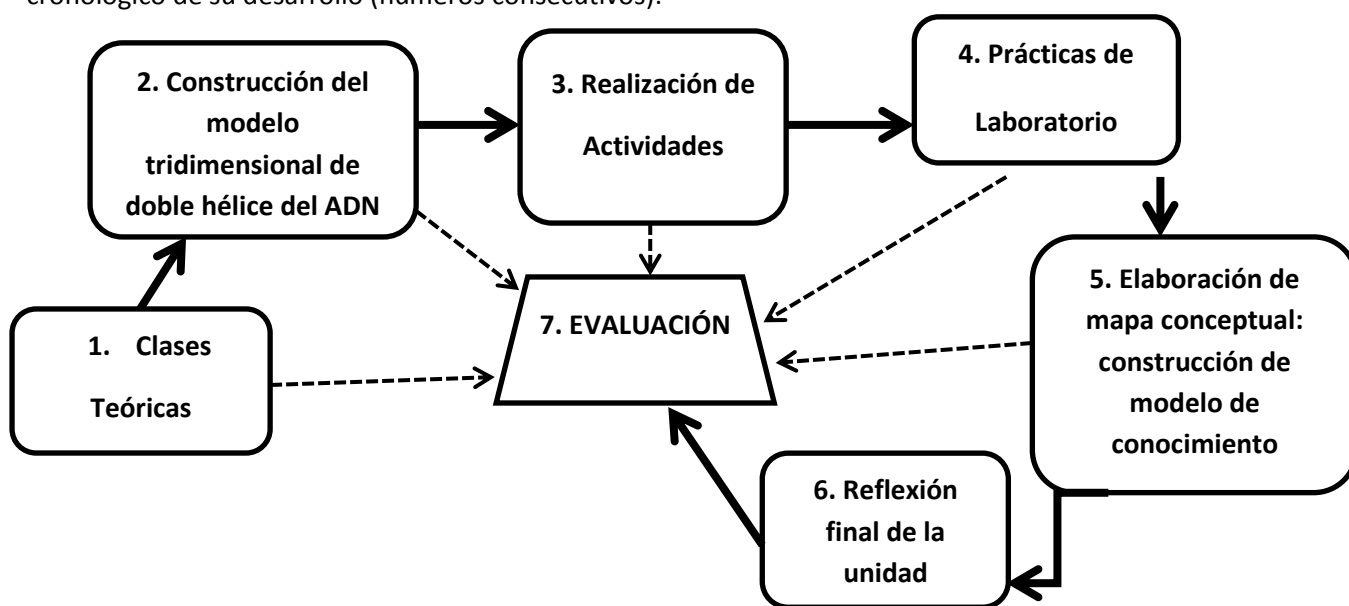
De todos estos contenidos, se tratarán algunos de ellos, a través de esta unidad didáctica. Esto la convierte en una pieza clave para el curso de 2º de Bachillerato, así como para entender como es

nuestra molécula que porta toda la información genética y como gracias a ella cada uno somos quienes somos y no otros.

Esto conlleva una importancia todavía mayor de educar a las nuevas generaciones en el conocimiento del porqué presentamos características comunes a nuestros progenitores, o porque una misma enfermedad puede estar presente a lo largo de la genealogía de una familia... Es necesario que el alumnado entienda como se da esta transmisión y sobre todo poder observar con sus propios ojos, a través de la práctica, como es la molécula capaz de realizar este proceso, y la que nos identifica y define.

PROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

El siguiente esquema recoge las actividades propuestas en esta unidad didáctica, así como el orden cronológico de su desarrollo (números consecutivos):



Todas las actividades propuestas serán evaluadas al final de la unidad didáctica, como indican las flechas de puntos. El tiempo dedicado a cada parte de la unidad didáctica se detalla en la tabla 1.

| | | TOTAL |
|--|-------------------------------------|---------|
| CLASES TEÓRICAS | 5 SESIONES DE UNA HORA DE DURACIÓN. | 5 HORAS |
| CONSTRUCCIÓN DEL MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA DOBLE HÉLICE DE ADN | 2 SESIONES DE 1 HORA DE DURACIÓN. | 2 HORAS |

| | | |
|---|---|-------------------|
| REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES | 1 SESIÓN DE 1 HORA, Y MEDIA HORAS DE OTRA SESIÓN. | 1HORA 30 MINUTOS. |
| PRÁCTICAS DE LABORATORIO | 1 SESIÓN DE HORA Y MEDIA DE DURACIÓN (SE NECESITA EL RECREO). | 1 HORA 30 MINUTOS |
| ELABORACIÓN DE MAPA CONCEPTUAL Y PRESENTACIÓN ORAL | 2 SESIONES DE 1 HORA (Tiempo extra en casa; programa Cmap tools). | 2 HORAS |
| REFLEXIÓN FINAL DE LA UNIDAD DIDÁCTICA | MEDIA HORA DE UNA SESIÓN. | 30 MINUTOS |
| EVALUACIÓN | UNA SESIÓN DE UNA HORA. | 1 HORA |

13 HORAS Y 30 MINUTOS

Tabla 1: sesiones y tiempo dedicado a cada actividad, y tiempo total de la unidad didáctica

Los principales contenidos de cada parte de la unidad didáctica se encuentran en la siguiente tabla:

| | |
|---|---|
| CLASES TEÓRICAS | <ul style="list-style-type: none"> - 5 sesiones de una hora de duración. - Durante las sesiones el alumnado adquirirá conocimientos básicos de genética. - El alumnado aprenderá los experimentos por los cuales se demostró que, es el ADN la molécula portadora de la información genética. Además conocerá como es su estructura, función, tipos, como se sintetiza tanto in vitro como in vivo, cuáles fueron las hipótesis sobre su duplicación y cómo es el mecanismo de esta. |
| CONSTRUCCIÓN DEL MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA DOBLE HÉLICE DE ADN | <ul style="list-style-type: none"> - 2 sesiones de 1 hora de duración. - Una vez conocida la estructura en doble hélice del ADN, el alumnado, en grupos de dos, realizará un modelo, empleando pajitas de colores para representar las bases nitrogenadas, e hilo negro para la desoxirribosa. Gracias a este, comprenderán mejor el enrollamiento del ADN, realizando ellos mismos todos los enlaces que intervienen, y observando todos los elementos que constituyen esta estructura. |
| REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES | <ul style="list-style-type: none"> - 1 sesión de 1 hora, y media hora de otra sesión. - El alumnado realizará diversas actividades: <ul style="list-style-type: none"> • De introducción, para analizar los conocimientos previos sobre el tema que se va a tratar. • De focalización. Algunas de ellas se realizarán a |

| | |
|---|---|
| | <p><i>continuación de la teoría. Son actividades de contenido, para ver si se ha comprendido lo que el profesor quiere transmitir.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>De investigación.</i> • <i>De resumen de la Unidad.</i> |
| PRÁCTICAS DE LABORATORIO | <ul style="list-style-type: none"> - <i>1 sesión de hora y media de duración (se necesita el recreo).</i> - <i>El alumnado, organizado en grupos, realizará la práctica de extracción de ADN. Cada grupo seguirá los pasos del guión, utilizando todo el material, que previamente el profesor ha colocado en cada una de las mesas de trabajo. Finalizado el experimento, el alumnado podrá observar a simple vista la molécula de ADN, y además visualizarla al microscopio con una tinción previa.</i> - <i>Cada alumno de manera individual, realizará un informe de la práctica. Este informe será evaluado.</i> |
| ELABORACIÓN DE MAPA CONCEPTUAL (MODELO DE CONOCIMIENTO), Y PRESENTACIÓN ORAL | <ul style="list-style-type: none"> - <i>2 sesiones de 1 hora.</i> - <i>De manera individual, cada alumno mediante la utilización del programa informático Cmap tools, elaborará su propio modelo de conocimiento, el cual se empleará para la elaboración del modelo instruccional.</i> - <i>Los alumnos deberán de investigar utilizando medios digitales, o libros de texto...para ampliar los contenidos referidos a esta Unidad.</i> - <i>Cada alumno expondrá durante 10-15min su modelo.</i> - <i>La evaluación la realizará tanto el docente, como el resto del alumnado, mediante el empleo de rúbricas de evaluación.</i> |
| REFLEXIÓN FINAL DE LA UNIDAD DIDÁCTICA | <ul style="list-style-type: none"> - <i>media hora de una sesión.</i> - <i>Puesta en común de todo lo aprendido durante la realización de la Unidad Didáctica.</i> - <i>El alumnado comentará todo aquello que le haya resultado más complicado y se expondrán las ventajas y desventajas de la realización de este tipo de modelos didácticos que combinan la teoría con la práctica.</i> |
| EVALUACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Examen de 1 hora de duración: 40% calificación.</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Preguntas relacionadas con las clases teóricas y las prácticas, tanto de las actividades realizadas en clase, como del laboratorio, y de las exposiciones de los mapas conceptuales.</i> - <i>Trabajo durante la unidad: 60% calificación.</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Actividades, informe de prácticas, realización del modelo tridimensional, y del modelo de conocimiento.</i> • <i>Actitud, habilidades en el laboratorio, exposición oral del modelo de conocimiento, intervención y participación en clase y en la reflexión en común, de la Unidad, y trabajo cooperativo.</i> |

Tabla 2: resumen de los contenidos de las diferentes actividades propuestas para la unidad didáctica, así como del sistema de evaluación.

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Objetivos generales:

- Aprender a aprender.
- Conocer los principales conceptos de la biología y su articulación en leyes, teorías y modelos apreciando el papel que éstos desempeñan en el conocimiento e interpretación de la naturaleza.
- Interpretar la naturaleza de la biología, sus avances y limitaciones, y las interacciones con la tecnología y la sociedad. Apreciar la aplicación de conocimientos biológicos como el genoma humano, para resolver problemas de la vida cotidiana y valorar los diferentes aspectos éticos, sociales, ambientales, económicos, políticos, etc., relacionados con los nuevos descubrimientos, desarrollando actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología por su contribución al bienestar humano.
- Introducir al alumnado en el mundo de las ciencias, empleando herramientas que usan los expertos.
- Utilizar información procedente de distintas fuentes, incluida la que proporciona el entorno físico y social, la biblioteca escolar y las tecnologías de la información y la comunicación, para formarse una opinión crítica sobre los problemas actuales de la sociedad relacionados con la biología, mostrando una actitud abierta frente a diversas opiniones, y comunicarla a los demás, de forma oral y escrita, de manera organizada e inteligible.
- Utilizar el vocabulario específico de la materia para que su incorporación al vocabulario habitual aumente la precisión en el uso del lenguaje y mejore la comunicación.
- Transmitir el interés por un aprendizaje significativo en Ciencias.
- Desarrollar pensamiento sociocrítico: utilidad del modelo de conocimiento construido por los alumnos en discusiones y en representaciones de procesos de temas actuales, vehiculados por los medios de comunicación, relacionando los contenidos de biología celular y genética como: transgénicos, terapia génica...

Objetivos específicos:

- Potenciar el aprendizaje significativo en el alumnado para que construya su propio conocimiento.
- Presentar los principios fundamentales del marco teórico de Ausubel, Novak y Gowin.
- Potenciar un aprendizaje más dinámico, donde se reflexione sobre las posibilidades didácticas, como son, las prácticas de laboratorio, la elaboración de mapas conceptuales, construcción de modelos...
- Familiarizar al alumnado con el uso de programas informáticos (Cmap tools) para la construcción de su propio modelo de conocimiento.
- Innovar mediante el empleo de herramientas con gran potencial para la construcción de conocimiento: Cmap tools y UVE de Gowin.
- Aprendizaje de la construcción de un modelo tridimensional (doble hélice ADN).
- Iniciación en el trabajo científico de laboratorio.

- Fomentar el trabajo en equipo a través de trabajos grupales o las propias prácticas de laboratorio.
- Despertar el interés por la genética, y reducir las dificultades conceptuales del tema.
- Valorar el papel fundamental que desempeña el ADN en los seres vivos.
- Conocer la composición, estructura y propiedades del ADN como molécula de la herencia.
- Describir el modelo de la doble hélice de Watson y Crick.
- Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.
- Concienciar al alumnado de la importancia de la duplicación del ADN, para la supervivencia de la especie, y para la transmisión equitativa de la información, de padres a hijos.
- Comprender la importancia del experimento de Meselson y Stahl en la demostración de la hipótesis de la replicación semiconservativa.
- Comprender el modelo de replicación del ADN.
- Explicar la función de las enzimas que intervienen en la replicación.
- Valorar la necesidad de corregir los errores producidos durante la replicación y conocer la forma en que esta acción se lleva a cabo.
- Señalar las diferencias existentes en la replicación entre células procariotas y eucariotas.

CLASES TEÓRICAS

Previo al comienzo de las clases teóricas, se realizará un test para detectar las ideas o conocimientos previos que tiene el alumnado sobre los contenidos de la Unidad Didáctica que se va a llevar a cabo. Este punto es muy importante ya que como cita Ausubel, *“el factor más importante que influye en el aprendizaje, es lo que el alumno/a ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente.”*

ACTIVIDAD 1: CONOCIMIENTOS PREVIOS

- 1- ¿Qué es el ADN? ¿De qué está formado?
- 2- ¿Todos los seres vivos presentamos el mismo ADN?
- 3- El concepto de modelo de doble hélice de ADN... ¿Lo has oído alguna vez? ¿Qué significa?
- 4- ¿Podrías enunciar alguna función importante de esta molécula?
- 5- Nuestro ADN... ¿Dónde se encuentra? ¿Y en qué forma?
- 6- ¿Por qué crees que es necesario que el ADN se copie?
- 7- ¿Conoces alguna enzima implicada en este proceso de copia o replicación?
- 8- La enzima encargada de la síntesis del ADN es:
 - ADN polimerasa.
 - ARN polimerasa.
 - Helicasa.
 - Topoisomerasa.
- 9- La replicación del ADN es:
 - Semiconservativa.
 - Antiparalela y la síntesis del nuevo ADN es en sentido 3'→5'.
 - Paralela y la síntesis del nuevo ADN es en sentido 5'→3'.
- 10- Un nucleótido de ADN está formado entre otras cosas, por un azúcar, que es:
 - Ribosa.
 - Dextrosa.
 - Desoxirribosa.
 - Sacarosa.

11- ¿Qué es un primer o cebador? ¿Para qué sirve?

12- ¿Qué es un fragmento de Okazaki?

Seguido de esto, tienen lugar las clases teóricas, que se dividen en 5 sesiones de 1 hora de duración cada una de ellas.

Metodología

La dinámica de las clases consiste en una explicación teórica de los conceptos y contenidos, apoyándose visualmente en un PowerPoint (ver anexo 1) en el que se detallan los conceptos de los temas a tratar en las diferentes sesiones propuestas. El docente, además, empleará la pizarra para elaborar esquemas y dibujos. También, utilizará el mapa conceptual (ver anexo 4) que él mismo habrá elaborado mediante la herramienta informática Cmaptools, y en el cual se resume toda la Unidad Didáctica. Este mapa servirá de “guía conceptual” al alumnado durante las explicaciones teóricas y de directriz para poder después elaborar cada uno, su modelo de conocimiento.

Entre las exposiciones teóricas, en las sesiones 2,3 y 5, se realizarán actividades para facilitar la comprensión del alumnado, y para favorecer la asimilación de conceptos vistos durante la explicación, a la vez que introduce nuevos y desarrolla competencias en el alumnado como el trabajo en equipo o la lógica.

Durante la primera sesión, el docente explicará al alumnado la estructura de la unidad didáctica y como se irá desarrollando a lo largo del tiempo. A demás detallará como se va a llevar a cabo la evaluación.

SESIÓN 1: EL ADN, PORTADOR DEL MENSAJE GENÉTICO.

- **Temas a tratar:** experimentos que demostraron que el ADN es la molécula portadora de la información genética, y no las proteínas como se llegó a pensar.
 - o Experimento de Griffith.
 - o Experimento de Avery, McLeod y McCarty
 - o Experimento de Hershey y Chase.
- **Recursos:** PowerPoint y esquemas que irán acompañados de dibujos en la pizarra, para explicar cada uno de los experimentos. Además el profesor empleará su modelo de conocimiento, que servirá de guía al alumnado durante toda la Unidad Didáctica, ya que al final de esta, cada uno deberá de realizar su propio modelo.
- **Objetivos:**
 - o El alumno se adentra en el mundo de la Ciencia, a través de los experimentos realizados por los expertos.
 - o Conocimiento de porque es el ADN, y no otra molécula, el que se encarga de transmitir toda la información contenida en nuestros genes.
 - o Relación de contenidos: a partir del factor transformante observado en los experimentos, el alumno lo podrá relacionar con el proceso de la transformación bacteriana.
 - o Conocimiento de que son y que estructura tienen los bacteriófagos T2 (virus que infectan bacterias).

SESIÓN 2: COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ADN, ESTRUCTURA, FUNCIÓN Y TIPOS.

- **Temas a tratar:**
 - o Concepto de nucleósido, nucleótido y ácido nucleico.
 - o Componentes del ADN: fosfato, azúcar (desoxirribosa) y bases nitrogenadas (Adenina, Guanina, Citosina y Timina).
 - o Funciones principales del ADN.
 - o Niveles estructurales del ADN.
 - o Modelo de doble hélice propuesto por Watson y Crick.
 - o Tipos de ADN.
- **Recursos:** se empleará el PowerPoint, la pizarra para representar los esquemas y dibujos, videos explicativos sobre la estructura y componentes del modelo tridimensional del ADN (ver anexo 2), y el mapa conceptual del docente.
- **Objetivos:**
 - o Conocer la estructura de la molécula de ADN, y saber cuáles son todos los componentes que intervienen en ella.
 - o Comprender el modelo de doble hélice descrito por Watson y Crick, y saber que existen otros.
 - o Concienciarse de la importancia del ADN en los seres vivos.
- **Actividad:** Elaboración de un modelo tridimensional que represente la estructura en doble hélice del ADN. Se trabajará en parejas y se emplearán materiales caseros. Esta actividad se detallará más adelante de forma completa.
Relacionado con esta sesión, se realizará la práctica de extracción del ADN, que se explicará en otro apartado de la Unidad Didáctica.

SESIÓN 3: HIPÓTESIS DE LA DUPLICACIÓN DEL ADN, Y EXPERIMENTO DE CONFIRMACIÓN DE LA HIPOTESIS CORRECTA.

- **Temas a tratar:**
 - o Necesidad de la duplicación del ADN.
 - o Hipótesis de la duplicación del ADN: conservativa, semiconservativa y dispersiva.
 - o Experimento de Meselson y Stahl.
- **Recursos:** PowerPoint, representaciones gráficas en la pizarra, mapa conceptual, y guión del experimento de Meselson y Stahl para la realización posterior de una actividad.

- **Objetivos:**
 - Concienciar al alumnado de la importancia de la duplicación del ADN, para la supervivencia de la especie, y para la transmisión equitativa de la información, de padres a hijos.
 - Comprender la importancia del experimento de Meselson y Stahl en la demostración de la hipótesis de la replicación semiconservativa.
- **Actividad:** El alumnado realizará en clase una actividad relacionada con el experimento de Meselson y Stahl, donde completando unos dibujos, deberá de representar los resultados del experimento en tres casos diferentes:
 - Si se hubiesen ajustado a un modelo semiconservativo.
 - Si se hubiesen ajustado a un modelo conservativo.
 - Si se hubiesen ajustado a un modelo dispersivo.

La actividad que debe de realizar el alumno se muestra a continuación. Junto con la actividad, se le suministra al alumnado un esquema teórico con el que se guiarán para completar el ejercicio de manera correcta.

ACTIVIDAD : HIPÓTESIS SOBRE LA DUPLICACIÓN DEL DNA

La estructura del DNA en doble hélice permite comprender cómo dicha molécula es idónea para dar lugar a copias. Por un lado su estructura presenta dos cadenas complementarias entrelazadas, lo que le da una gran estabilidad, y por otro, bastaría con que una enzima específica las separara para que cada una de ellas pudiera servir como molde para sintetizar, a partir de nucleótidos sueltos y bajo la acción de otra enzima, la hebra complementaria.

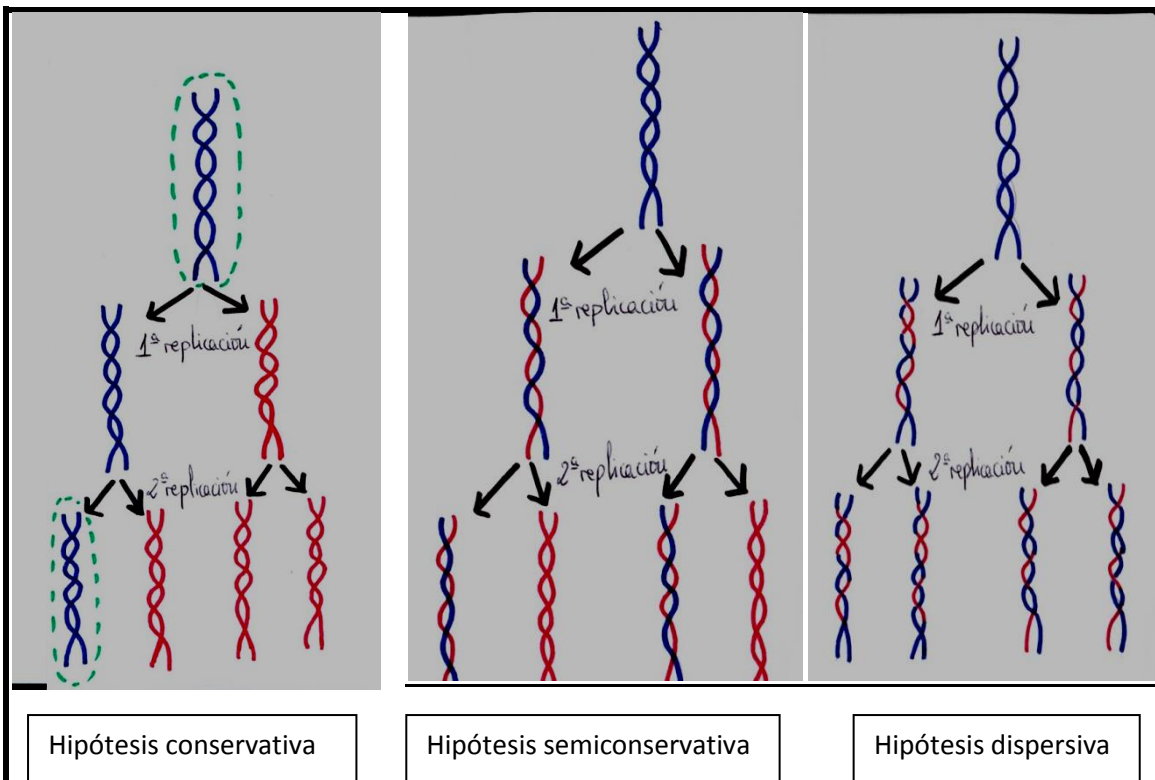
Para explicar este proceso se propusieron tres hipótesis:

- **Hipótesis conservativa:** toda la molécula de DNA de cadena doble sirve como molde para formar una nueva molécula de DNA, conservándose la molécula de DNA original en su totalidad durante la replicación.
- **Hipótesis dispersiva:** las dos cadenas de nucleótidos se dividen, y se dispersan en fragmentos que sirven de moldes para la síntesis de los nuevos fragmentos de DNA, que luego se vuelven a ensamblar para formar dos moléculas de DNA completas. En este modelo, cada molécula de DNA resultante está compuesta por fragmentos del DNA nuevo y del DNA antiguo → NO SE CONSERVA NINGUNA DE LAS MOLÉCULAS ORIGINALES.
- **Hipótesis semiconservativa:** formulada por Watson y Crick, sostiene que cada hebra sirve de molde para que se forme una hebra nueva, mediante la complementariedad de bases, quedando al final dos dobles hélices formadas por una hebra antigua (molde) y una hebra nueva (copia).

La estructura del DNA en doble hélice permite comprender cómo dicha molécula es idónea para dar lugar a copias. Por un lado su estructura presenta dos cadenas complementarias entrelazadas, lo que le da una gran estabilidad, y por otro, bastaría con que una enzima específica las separara para que cada una de ellas pudiera servir como molde para sintetizar, a partir de nucleótidos sueltos y bajo la acción de otra enzima, la hebra complementaria.

Para explicar este proceso se propusieron tres hipótesis:

- **Hipótesis conservativa:** toda la molécula de DNA de cadena doble sirve como molde para formar una nueva molécula de DNA, conservándose la molécula de DNA original en su totalidad durante la replicación.
- **Hipótesis dispersiva:** las dos cadenas de nucleótidos se dividen, y se dispersan en fragmentos que sirven de moldes para la síntesis de los nuevos fragmentos de DNA, que luego se vuelven a ensamblar para formar dos moléculas de DNA completas. En este modelo, cada molécula de DNA resultante está compuesta por fragmentos del DNA nuevo y del DNA antiguo → NO SE CONSERVA NINGUNA DE LAS MOLÉCULAS ORIGINALES.
- **Hipótesis semiconservativa:** formulada por Watson y Crick, sostiene que cada hebra sirve de molde para que se forme una hebra nueva, mediante la complementariedad de bases, quedando al final dos dobles hélices formadas por una hebra antigua (molde) y una hebra nueva (copia).



EXPERIMENTO DE MESELSON Y STAHL

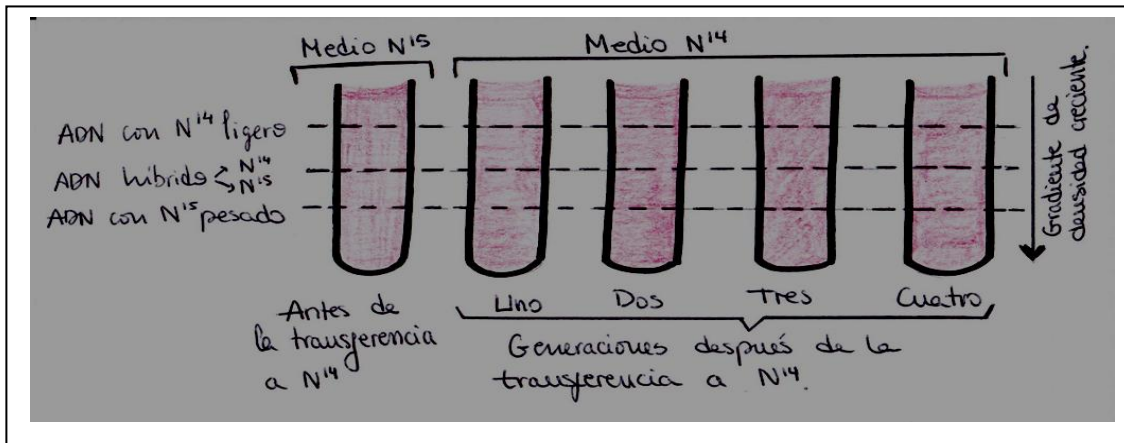
Meselson y Stahl probaron la hipótesis de la replicación del ADN. Ellos diseñaron un experimento en el que marcaban el ADN de la bacteria *E. coli* con Nitrógeno pesado N^{15} . Para ello hicieron crecer las bacterias durante 14 generaciones sucesivas en un medio que contenía como única fuente de Nitrógeno N^{15} . Durante estas 14 generaciones el ADN de las bacterias se había sintetizado con bases nitrogenadas con Nitrógeno pesado (N^{15}). Posteriormente, comprobaron que podían distinguir el ADN de las bacterias que crecían en un medio normal (con N^{14}) del ADN de las bacterias que habían crecido durante 14 generaciones en N^{15} . Para ello extrajeron el ADN de ambos tipos de bacterias y lo centrifugaron en un gradiente de densidad de CsCl. El resultado fue que la densidad del ADN de las bacterias que habían crecido en presencia de N^{15} era mayor (DNA pesado fondo del tubo), que el ADN de las bacterias que habían crecido con N^{14} (DNA ligero parte superior del tubo). Una vez comprobado que eran capaces de distinguir el ADN de ambos tipos de bacterias, continuaron el experimento de la siguiente forma:

- Las bacterias que habían estado creciendo en Nitrógeno pesado (N^{15}) las pasaron a un medio de cultivo que contenía N^{14} (Nitrógeno normal) y a distintos tiempos, una generación, dos generaciones, tres generaciones de replicación, tomaban una muestra del cultivo bacteriano, extraían el ADN y centrifugaban en gradiente de densidad de CsCl.

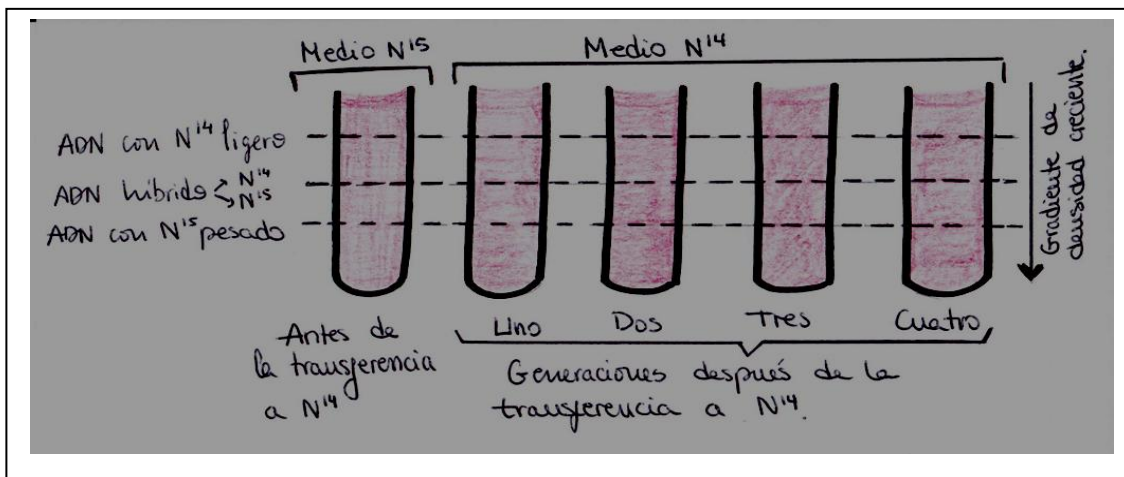
Cuando extraían el ADN de las bacterias que llevaban una generación creciendo en N^{14} y centrifugaban en CsCl, ¿Qué resultados crees que se obtendrían en las distintas generaciones?

Los resultados obtenidos por Meselson y Stahl (1958) se ajustaban a un modelo de replicación semiconservativa.

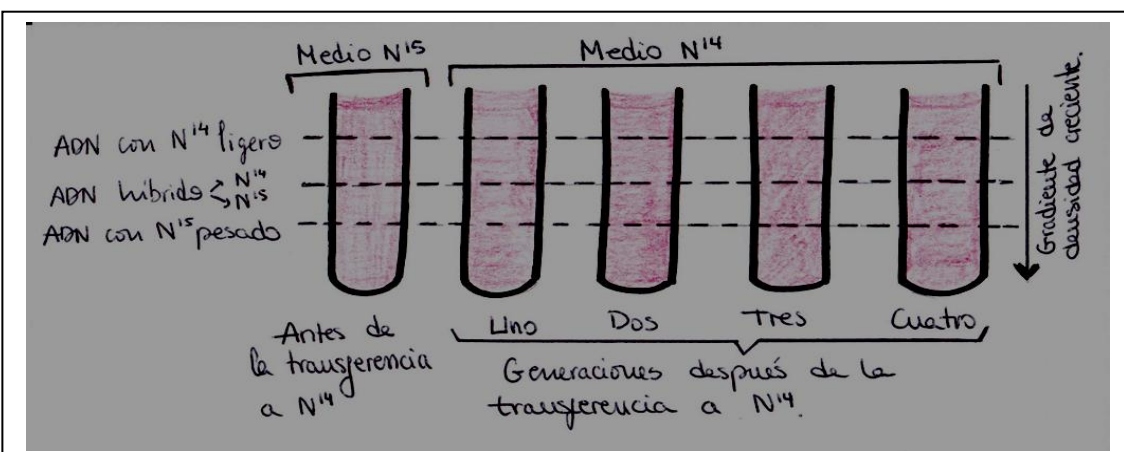
A) Representa los resultados si estos se hubiesen ajustado a un modelo semiconservativo:



B) Representa los resultados si estos se hubiesen ajustado a un modelo conservativo:



C) Representa los resultados si estos se hubiesen ajustado a un modelo dispersivo:



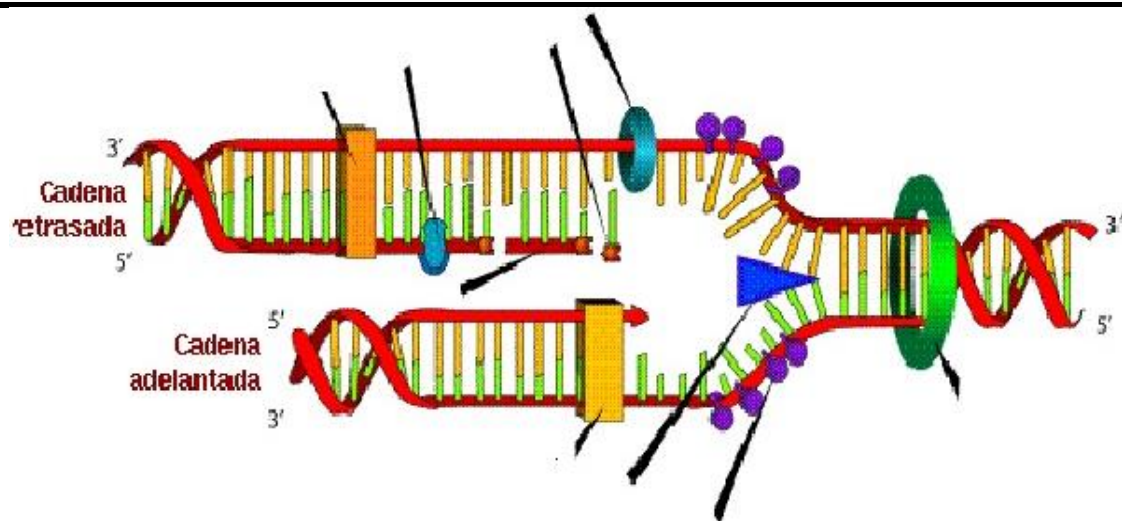
En el anexo 3 se muestra la actividad resuelta.

SESIÓN 4: SÍNTESIS DE ADN IN VITRO E IN VIVO

- **Temas a tratar:**
 - ADN polimerasa: estructura y actuación.
 - Experimento de Cairns.
 - Dilemas de la dirección de la duplicación.
 - Solución al dilema: Fragmentos de Okazaki.
- **Recursos:** empleo de la pizarra para realizar esquemas y representaciones gráficas, mapa conceptual, apuntes complementarios (Experimento de Cairns; Ver Anexo 1) y video explicativo de la síntesis del ADN; Ver Anexo 2.
- **Objetivos:**
 - Conocer la estructura y la actuación de una enzima tan importante como la responsable de sintetizar el ADN; la ADN polimerasa.
 - Conocer el experimento de Cairns, a partir del cual se demostró la existencia de un punto de origen de la replicación, y de un ADN bacteriano circular.
 - Comprender los problemas ocasionados en la dirección de la síntesis in vivo del ADN.
 - Comprender la resolución de los problemas con el descubrimiento de los fragmentos de Okazaki.

SESIÓN 5: MECANISMO DE LA DUPLICACIÓN DEL ADN

- **Temas a tratar:**
 - Duplicación del ADN en bacterias.
 - Duplicación del ADN en eucariotas.
 - Diferencias procariotas-eucariotas.
- **Recursos:** dada la complejidad de esta sesión, se necesitarán varias representaciones visuales, a modo de dibujos y videos que expliquen con claridad las etapas de la duplicación. También se empleará el PowerPoint y el mapa conceptual, y se repartirá material complementario al alumnado para ayudar a la comprensión.
- **Objetivos:**
 - Concienciar al alumnado de la importancia de la duplicación del ADN para la supervivencia de la especie.
 - Conocer todas las enzimas que participan en el proceso de replicación. También sus funciones.
 - Comprender cada una de las etapas del proceso replicativo.
 - Diferenciar el proceso de bacterias con el de eucariotas.
- **Actividades:**
 - a) Esquema mudo de la horquilla de replicación. Completar con los nombres de las enzimas que intervienen en el proceso:



b) Completa la tabla, indicando la función de cada una de las enzimas:

| ENZIMA | FUNCIÓN | CADENA DONDE ACTÚA |
|-----------------------|---------|--------------------|
| Proteínas iniciadoras | | |
| DNA helicasa | | |
| SSP | | |
| DNA girasa | | |
| DNA primasa | | |
| DNA polimerasa III | | |
| DNA polimerasa I | | |
| DNA ligasa | | |

Tabla 3: se muestran cada una de las sesiones, con unos temas y objetivos definidos. Además se especifican las actividades realizadas, y los recursos utilizados, que generalmente son esquemas y dibujos de la pizarra, esquemas complementarios aportados por el profesor, mapa conceptual, proyección de PowerPoint, y videos explicativos. Estos últimos, serán necesarios sólo en alguna ocasión que requiera mayor dificultad de entendimiento o comprensión.

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA DOBLE HÉLICE DE ADN

Introducción

Actualmente, el dominio del lenguaje y de conocimientos científicos es fundamental para la comprensión de una enorme cantidad de informaciones, vehiculada por los medios de comunicación, que se refiere a eventos y fenómenos biológicos. Términos como ADN (ácido desoxirribonucleico), ARN (ácido ribonucleico), cromosoma, clonación, transgénicos, etc. Van más allá de los muros académicos y aparecen diariamente en los periódicos, revistas y telediarios. Por eso, es necesario dominar conocimientos biológicos para comprender los debates contemporáneos y poder participar de ellos. Sin embargo, test realizados con alumnos universitarios después del estudio de tópicos de genética han manifestado que éstos no siempre consiguen establecer asociaciones coherentes con el conocimiento científico actual, mostrando la existencia de dificultades en cuanto a la comprensión de las representaciones científicas acerca del tema, con la aparición de los errores conceptuales (Bahar et al., 1999).

Por tanto, hacerlas más comprensibles para los estudiantes de la Enseñanza Secundaria es un desafío para el docente. Tales asuntos requieren ilustraciones para aproximar al alumno al objeto de estudio. Sin embargo, muchos alumnos tienen dificultades: de imaginar una estructura en tres dimensiones y sus procesos dinámicos, a partir de figuras representadas en un plano; de relacionar la representación esquemática a la realidad; y de usar la representación simbólica de la Química en las clases de Biología (Krasilchik, 2004).

La experiencia con los alumnos de Bachillerato, ha mostrado que los esquemas de los libros de texto, muchas veces, no son una fuente suficiente para explicar esas relaciones conceptuales. Es difícil para el profesor identificar posibles errores conceptuales de sus alumnos a partir de la evaluación de textos o esquemas en los que el alumno repite lo que leyó en los libros u oyó del profesor. En este contexto, el alumno puede repetir correctamente, pero haber estructurado cognitivamente los conceptos de forma inadecuada (Soares et al., 2005). Por esta razón, los modelos didácticos se presentan como una herramienta alternativa para representar y trabajar, en tres dimensiones y de forma dinámica, algunos conceptos relacionados con el ADN.

El presente trabajo presenta una propuesta de construcción de un modelo didáctico tridimensional para la enseñanza del ADN a partir de materiales caseros de bajo coste, de simple manipulación y de fácil adquisición en el mercado. Sugiere el empleo didáctico de éste en la enseñanza de conceptos básicos referentes al ADN y a algunos temas relacionados con él, como: la replicación semiconservativa de la molécula de ADN, transcripción, recombinación genética, transgénicos y terapia genética.

Material

- Dos tiras de hilo elástico de tipo látex (Hilo elástico que consiste en un núcleo de hilo de goma enrollado con hilos de algodón) negro de 50 cm para representar la desoxirribosa.
- 8 pajitas coloridas de refresco, que representarán las diferentes bases nitrogenadas (Adenina = azul, Timina = blanca, Citosina = rojo, Guanina = amarillo).
- Tijeras.
- Aguja.

Metodología

Antes de comenzar con la construcción del modelo, se necesita haber aportado al alumnado unas ideas previas sobre la composición de los nucleótidos que forman parte de la estructura del ADN, y sobre la manera de enlazarse. Además se recordará la estructura de cada una de las bases nitrogenadas propias de esta molécula, y su correcto emparejamiento.

Una vez se hayan asentado estos conocimientos previos, se comenzará a construir el modelo. En primer lugar, se procederá a realizar grupos de dos. En segundo lugar, se iniciará el proceso cortando las pajitas de refresco en trozos de 6cm de largo. Cada color representará una base nitrogenada diferente. El hilo debe pasar, con ayuda de una aguja, por uno de los extremos del trozo de pajita. Esta operación se debe repetir con otros fragmentos de pajita para formar una cinta de 'nucleótidos'. Entre un fragmento de la pajita y otro sujeto en el hilo, se dará un lazo para representar el ácido fosfórico (Figura 1).

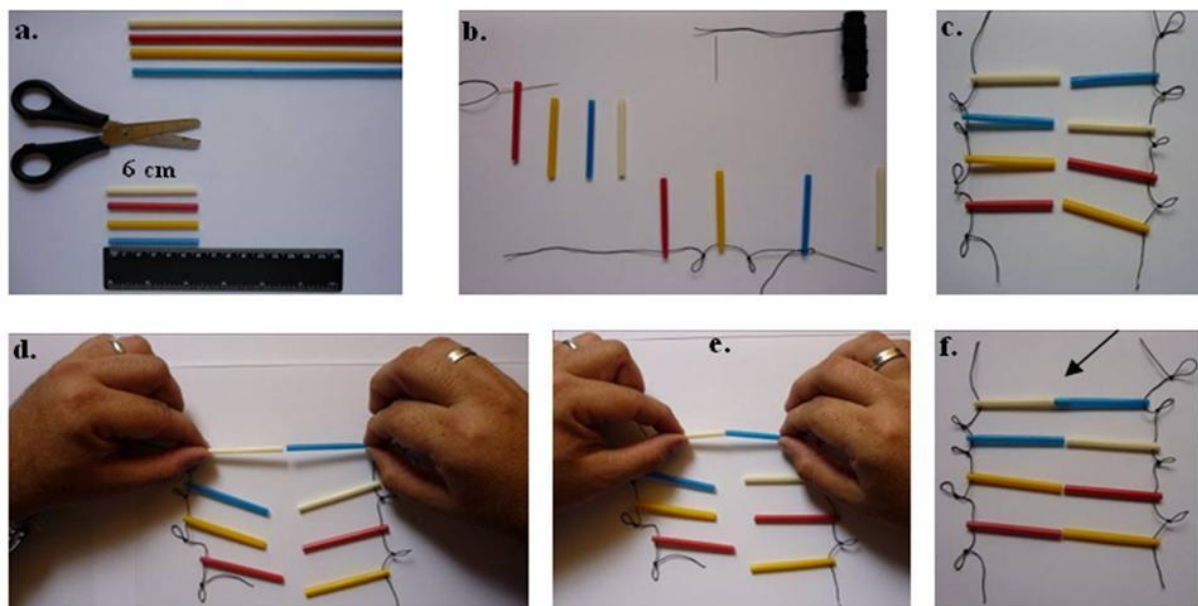


Figura 1. *Etapas de la construcción del modelo de la molécula de ADN. a.* Corte de las pajitas; *b.* Aguja con el hilo pasando por los extremos de los trozos de pajitas; *c.* modelo con dos cintas (secuencia) de nucleótidos. Las imágenes *d.*, *e.*, *f.* presentan el proceso de encaje de las pajitas.

Una vez que estén acabadas las dos tiras de hilo, con las pajitas; los trozos de pajita de cada cinta se deben de unir, encajando una pajita dentro de la otra, observando la combinación de las bases nitrogenadas (A-T/C-G) para simular los enlaces de los nucleótidos. De esta forma, será constituido un modelo didáctico que presentará el aspecto de escalera, semejante al que, generalmente, es utilizado en los libros didácticos para representar la molécula de ADN (Figura 2). Sin embargo, este modelo presentará extrema versatilidad y movilidad. Entre las diversas posibilidades, presentamos la conformación tridimensional helicoidal de la molécula de ADN (Figura 3).

Para obtener tal resultado, será necesario sujetar los dos extremos de las dos cintas de hilo, estirarlas un poco y girarlas con el movimiento de las manos en sentidos opuestos para verificar la conformación helicoidal del ADN (doble hélice). Es decir, una mano deberá ser girada en el sentido horario y la otra en el sentido inverso. Se destaca que es posible obtener el mismo efecto que la

conformación helicoidal sujetando las pajitas por los extremos del modelo, en el punto de encaje de éstos, referente al enlace de los nucleótidos, y realizando los mismos movimientos anteriormente citados con las manos.

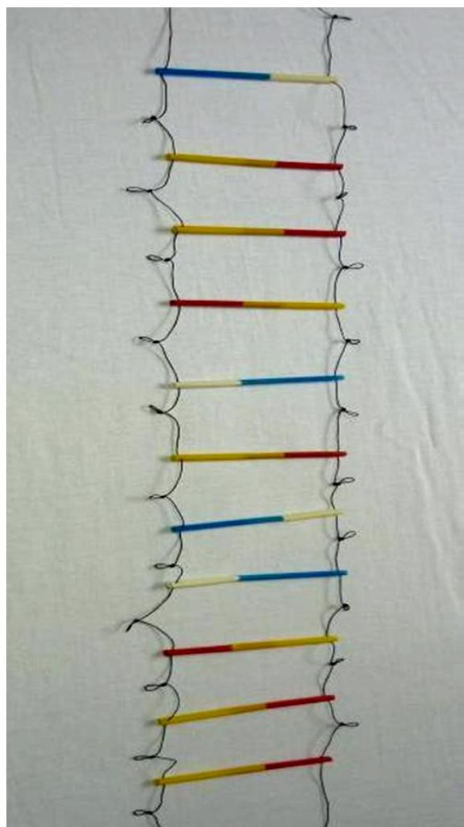


Figura 2. Modelo de la molécula de ADN.

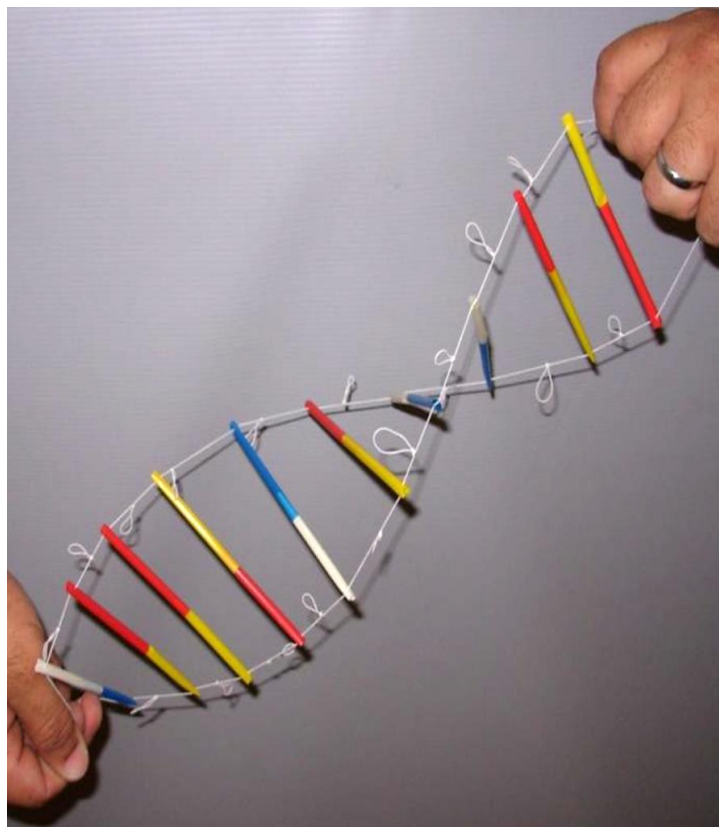


Figura 3. Modelo Tridimensional ADN – conformación helicoidal

Para demostrar las etapas de síntesis de nuevas moléculas de ADN (Figura 4), será necesario construir modelos de nucleótidos. Para eso, se debe utilizar un trozo de hilo de 15cm y de color distinto, para evidenciar las porciones nuevas de la molécula de ADN involucradas en los procesos de síntesis, y un trozo de pajita de 6m. Con una aguja, el hilo se pasa por uno de sus extremos. El trozo de pajita colorida se debe de poner en el centro de la cinta del hilo, como se puede observar en la Figura 4, apartado b. De esta forma, será posible realizar los lazos para unir los extremos de la cinta de hilo y, así, representar el enlace entre los nucleótidos en una misma cinta de ácido nucleico.

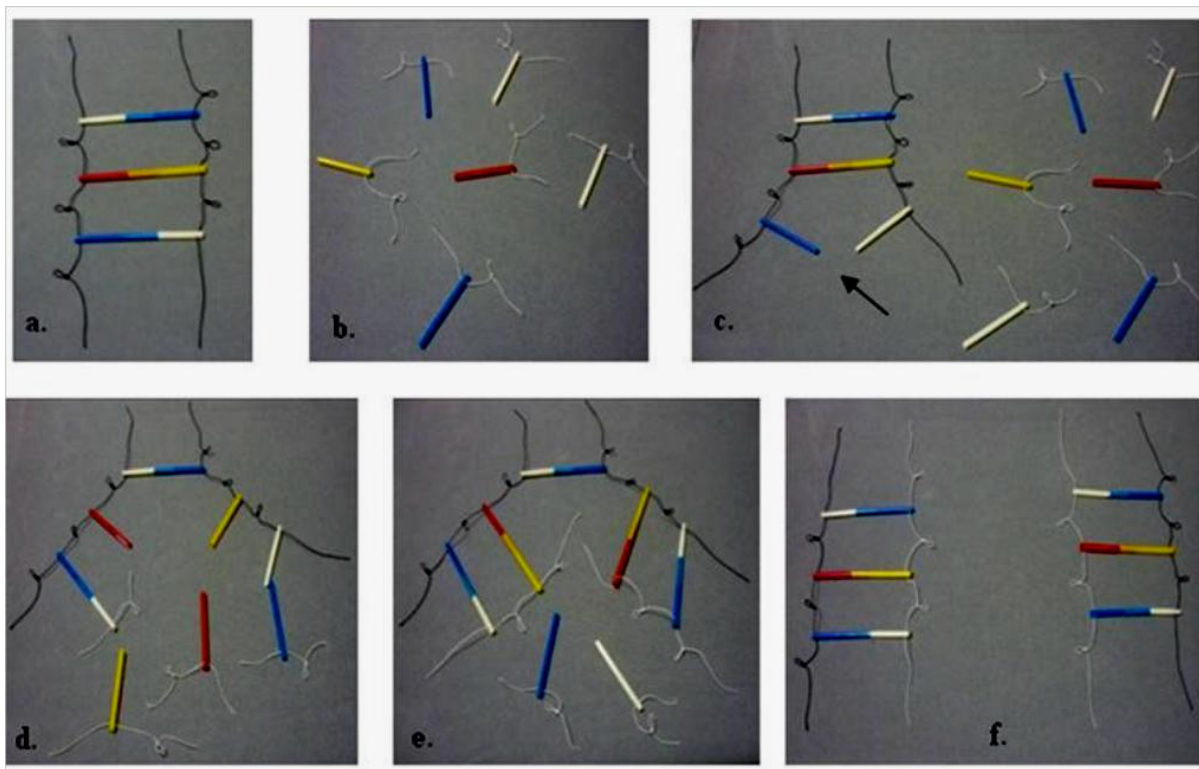


Figura 4. *a. Representación de la Molécula de ADN; b. nucleótidos; c. Replicación del ADN (rotura de los puentes de hidrógeno); d. Replicación del ADN (enlace de los nucleótidos libres a las “cadenas antiguas”- plantillas); e. Replicación del ADN (enlace de los nucleótidos libres a las ‘cadenas antiguas’ y entre sí en cada cinta de la molécula del ADN); f. Replicación del ADN (“moléculas nuevas”). Para destacar la semiconservación de la molécula del ADN, fue utilizado hilo blanco en los nucleótidos que establecieron enlaces con la “cadena antigua” de la molécula del ADN.*

Consideraciones del modelo

La producción de un modelo dinámico e interactivo de ácidos nucleicos, a partir de material de bajo coste y de fácil manipulación, se presenta como un recurso de fácil construcción y de simple aplicación y uso en contextos de enseñanza. Además, este modelo tiene gran potencial para la enseñanza de tópicos como: la replicación semiconservativa de la molécula de ADN, transcripción, recombinación genética y terapia genética, entre otros.

Hago hincapié en que veo, por medio de la práctica de enseñanza, intensa interacción, participación y entusiasmo de los estudiantes con relación al modelo del ADN. Por lo tanto, eso indica el aumento de motivación y de interés por el tema, en relación con la clase tradicional expositiva.

Creo que con la utilización de estos modelos didácticos, el conocimiento sobre los ácidos nucleicos adquiere significado lógico para el estudiante y le permite ampliar su estructura cognitiva para poder de forma autónoma, interpretar, comprender y solucionar problemas en distintos contextos.

Para plasmar de manera ordenada y esquematizada todas las ideas del modelo tridimensional del ADN, el docente empleara la herramienta cognitiva de la UVE de Gowin (ver anexo 4).

ACTIVIDADES DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Actividades de introducción

- 1- Escriba las respuestas, utilizando tus conocimientos previos, y compártelas con el resto de compañeros. Registra la lluvia de ideas para ser contrastada con los aprendizajes validados al final de la sesión.
 - ¿Qué sabemos sobre la información genética de los seres vivos?
 - ¿De qué forma se evidencia la existencia de la información genética?
 - ¿Qué ocurrirá si a un organismo se le extrajera la información genética?
- 2- Utiliza las palabras que aparecen en el recuadro, para completar los huecos del texto.

ADN adenina adenina antiparalelas base nitrogenada características
citosina citosina eucariota fosfórico guanina hélice nucleótidos
núcleo pentosa puentes de hidrógeno timina transmitir

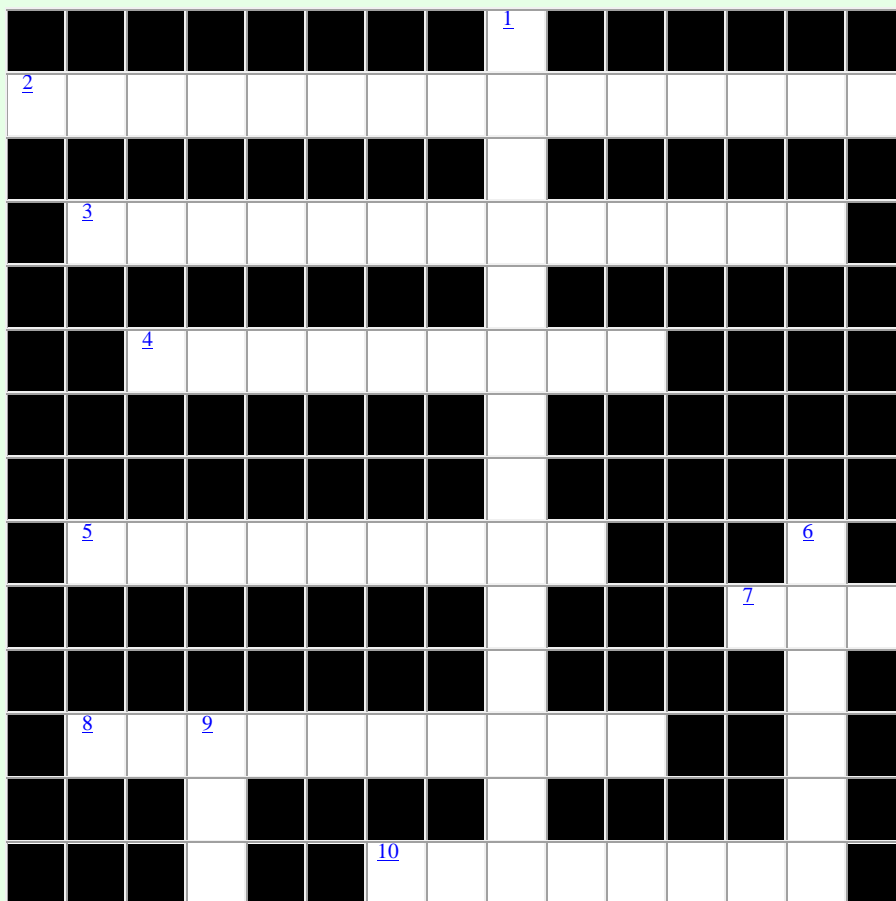
El es el portador del mensaje genético, su función es de una generación a otra las morfológicas y fisiológicas de los individuos de una especie.

El ADN está en el de cualquier tipo de célula , animal o vegetal. Su estructura está formada por una doble constituida por dos cadenas de unidos entre si

Los nucleótidos se forman por la unión de una , la desoxirribosa, un ácido y una . Las bases nitrogenadas pueden ser cuatro en el ADN, la , la , la y la .

Las dos cadenas se unen mediante que se establecen entre las bases nitrogenadas; según la complementariedad entre las bases, se unen siempre la con la timina, y la guanina con la . La información genética se forma por la combinación de estas cuatro bases nitrogenadas.

3- Completa el crucigrama con las palabras correspondientes a las frases de la parte inferior.



Horizontal:

2. Componente esencial de los nucleótidos.

3. Proceso de copia de un fragmento de ADN en forma de ARN.

4. ADN y proteínas compactadas durante el proceso de división celular.

5. Conjunto de ADN y proteínas formando cadenas laxas cuando la célula no se divide.

7. Fragmento de ADN con información completa para un carácter.

8. Proceso de fabricación de una proteína.

10. Molécula formada por aminoácidos.

Vertical:

1. Correspondencia entre los tripletes de bases del ARN mensajero y los aminoácidos.

6. Conjunto de todos los genes de un individuo.

9. Molécula portadora de la información genética.

- 4- Realiza la sopa de letras interactiva sobre conceptos relacionados con la replicación del ADN, y define los que puedas, apoyándote en tus conocimientos previos:

http://www.dibujosparapintar.com/sopas_de_letras/sopa_6343

- 5- Ver cuestionario de conocimientos previos (página 12).

Actividades de focalización

- 1- Explica brevemente el proceso de replicación. Indica la finalidad de este proceso y el significado de la afirmación “la replicación del ADN es semiconservativa”.
- 2- Completa la tabla que aparece a continuación, correspondiente a las cadenas complementarias de un fragmento de ADN. Utiliza las letras P para el ácido fosfórico, D para la pentosa (2´desoxirribosa), A para adenina, C para citosina, G para guanina y T para timina. Indica, en cada caso, el número de puentes de hidrógeno que se establecen entre las dos bases nitrogenadas.

| CADENA 1 | | | ENLACES | CADENA 2 | | |
|----------|---|---|---------|----------|---|---|
| P | D | A | | | D | |
| | | | | G | | |
| | | C | | | | P |
| | | | | T | D | |

- 3- El siguiente esquema representa el experimento de Meselson-Stahl, respecto a él responde las actividades propuestas.

- a. Describa la función del N¹⁵ en el experimento

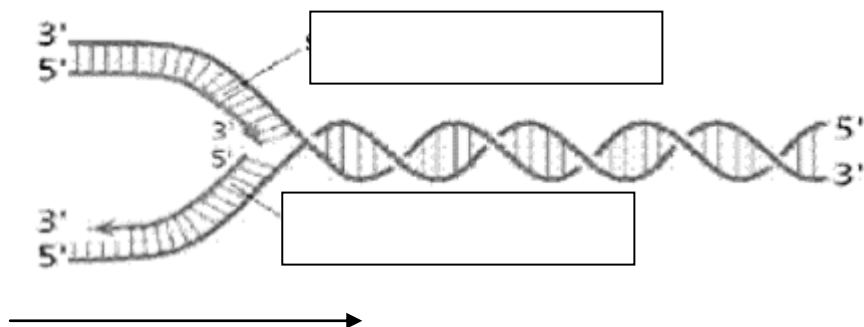
- b. En el experimento de Meselson-Stahl que modelo puede descartarse tras un ciclo (generación 1) de replicación?

- c. ¿Por qué el experimento de Meselson-Stahl permite descartar el modelo de replicación conservativo?

Explique

- d. ¿Por qué Meselson-Stahl utilizan N pesado y no otro elemento químico en su experimento?

- 4- El siguiente esquema representa la replicación del ADN, respecto a él responde las siguientes preguntas:



Movimiento de la horquilla de replicación

a. ¿Cuál es la cadena rezagada? ¿Cuál es la continua?

b. ¿Cuáles son las moléculas que actúan antes de la ADN polimerasa? ¿Qué función cumplen?

c. ¿Qué se necesita para realizar la síntesis de una hebra de ADN a partir de la cadena rezagada?

5- Diferencias :

Enumera las características distintas entre el proceso de replicación en bacterias y el proceso de replicación en eucariotas.

| PROCARIOTAS | EUCARIOTAS |
|-------------|------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

6- Antes de cada división celular, el material genético de cada célula ha de duplicarse de manera que cada célula hija reciba una dotación de material genético igual al que tenía la célula madre.

- ¿Cómo se llama el proceso que lo hace posible?
- ¿Por qué se dice que este proceso es semiconservativo y bidireccional?
- ¿Cuál es la secuencia del ADN complementario a 5'...ACTCAGGTA...3'?

7- En el ADN, se distinguen tres niveles estructurales, ¿Cuáles son? ¿Cuál fue la descrita por Watson y Crick? Coméntalas brevemente.

8- Experimento de Avery, McLeod y McCarty:

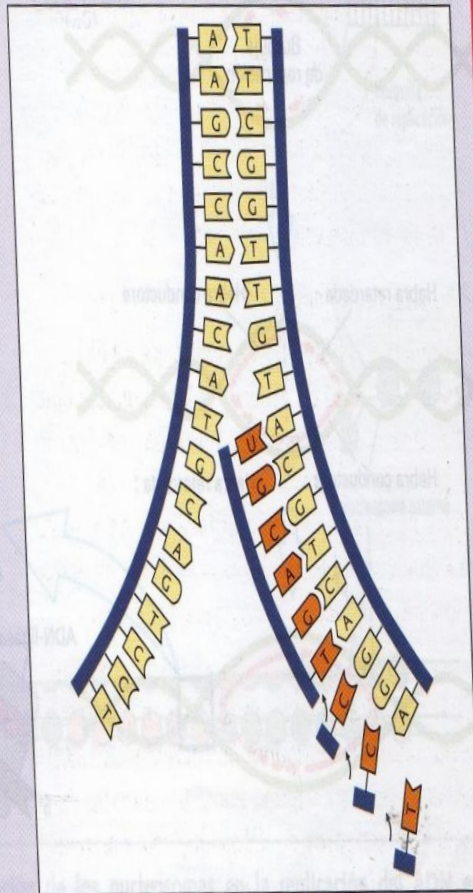
- ¿Cuál es el procedimiento que siguió Avery para obtener un extracto de células vivas?
- ¿Qué ocurre si no se somete el extracto de células a la acción enzimática?
- ¿Qué ocurre si no se somete el extracto de células a la acción enzimática de proteasas?
- ¿Qué ocurre si no se somete el extracto de células a ADNasas?
- ¿Qué ocurre si no se somete el extracto de células a la acción de ARNasas?
- ¿Por qué Avery concluyó que el ADN es el responsable de que ocurra la transformación?

9- Observa la figura y contesta a las preguntas:

CUESTIONARIO 2

Observa la figura 3 y contesta a las siguientes preguntas:

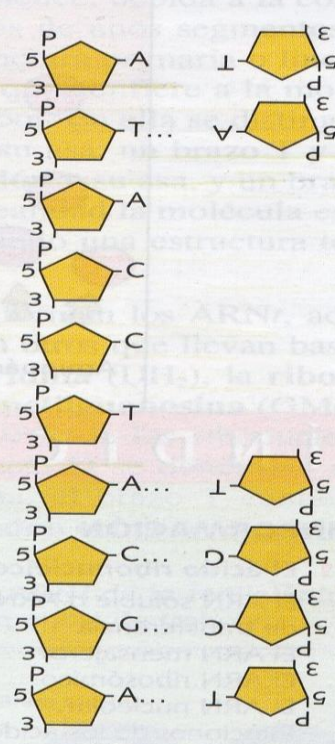
1. La ADN-polimerasa precisa nucleótidos trifosfato a pesar de que, una vez incorporados, quedan nucleótidos monofosfato. Sabiendo que los enlaces entre dos grupos fosfato son muy ricos en energía, ¿qué explicación puedes dar a este hecho?
2. La nueva hebra siempre crece en dirección $5' \rightarrow 3'$. ¿Quiere decir esto que el enlace entre el último nucleótido y el nuevo nucleótido que se incorpora es un enlace en dirección $5' \rightarrow 3'$ o que es en dirección $3' \rightarrow 5'$?
3. ¿Cuál es la secuencia de ADN complementario de: $5' \dots \text{A CTCAGGTA} \dots 3'$?
4. Si en un ADN de una célula eucariota hay un 18 % de timina, ¿qué porcentaje hay de las otras bases nitrogenadas?
5. ¿Qué son los fragmentos de Okazaki?
6. El dibujo de la derecha sobre la replicación contiene varios errores y está incompleto. Corrígelos y complétalo.



10- Contesta a las siguientes cuestiones:

Cuestiones:

- En este esquema se observa una doble hélice de ADN en la que una hebra ha sufrido la pérdida de un segmento.
 - ¿Qué tipo de enlaces se han roto?
 - ¿Cuáles serán los nucleótidos que se añadirán, en qué orden, y a partir de qué extremo?
 - ¿Qué enzima lo realizará?
- Respecto a la duplicación del ADN, contesta a las siguientes preguntas:
 - ¿A qué velocidad se añadirán los nuevos nucleótidos complementarios?
 - ¿Cómo son las dos hebras entre sí?
 - ¿Puede tener alguna ventaja la aparición de «errores» que no perjudiquen la supervivencia del individuo?
 - ¿Cómo se denominan, en general, estos errores?
- ¿Qué posibles ventajas nos pueden reportar la identificación y secuenciación del genoma humano?



11- Ver actividad del experimento de Meselson y Sthal (página 13-15).

12- Ver actividades sesión teórica 5 (página 16-17).

13- Accede a la siguiente página web :

http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/bio_ejercicios.htm

Realiza todas las actividades correspondientes a los ácidos nucleicos en el bloque de bioelementos y biomoléculas, y sólo los apartados 1,2 y3 del bloque de genética molecular.

Actividad de exploración

- Existe una cepa de bacterias (S) que tienen una cápsula de carbohidratos, y son patogénicas, lo cual queda en evidencia cuando infectan a una rata provocándole neumonía y con esto, la muerte. Existe otra cepa (R) que presenta bacterias que carecen de la cápsula de carbohidratos y no son patogénicas, es decir, cuando estas bacterias infectan a un ratón no causan neumonía; son benignas.

Según esto, conteste a las siguientes preguntas:

- ¿Qué le ocurriría a un ratón si se le inyecta una cepa de bacterias patogénicas S vivas?
- ¿Qué le ocurriría al ratón si se le inyectan una cepa de bacterias no patogénicas R vivas?
- ¿Qué le ocurriría al ratón si se le inyecta una cepa de bacterias patogénicas S muertas?
- ¿Qué le ocurriría al ratón si se le inyecta una mezcla de bacterias no patogénicas R vivas con bacterias patogénicas S muertas?

Una vez contestadas las preguntas, discutir sobre el tema de la Transformación bacteriana y visualizar el siguiente video sobre el experimento de Griffith:

<http://www.youtube.com/watch?v=FnXGhMbDyi4>

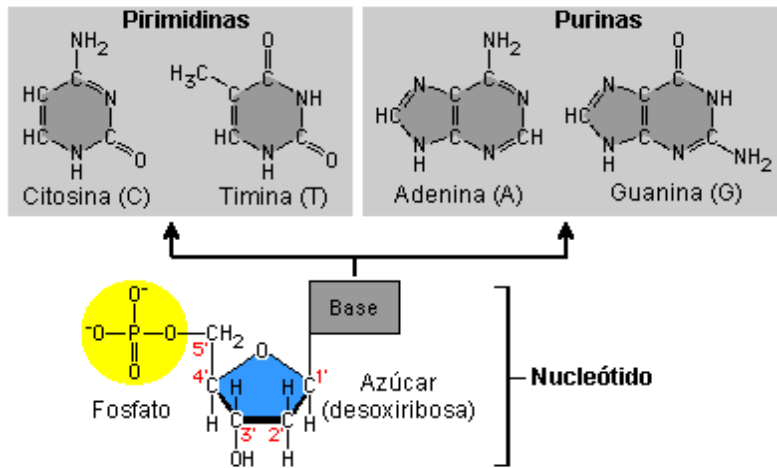
Actividades de investigación

El ADN se encuentra constituido por nucleótidos, que son moléculas orgánicas compuestas a su vez por una base nitrogenada, un azúcar (la desoxirribosa) y un grupo fosfato. La información genética en el ADN posibilita la síntesis del ARN y este, a su vez, la síntesis de proteínas, que se constituyen como los productos de expresión de la información genética. Estas proteínas pueden tener una función estructural o enzimática. Si tienen una función estructural, formarán parte de alguna de las estructuras de la célula, como la membrana plasmática, la envoltura nuclear, las mitocondrias, etc. Ahora bien, si poseen una función enzimática, las proteínas habrán de catalizar reacciones químicas específicas en las células.

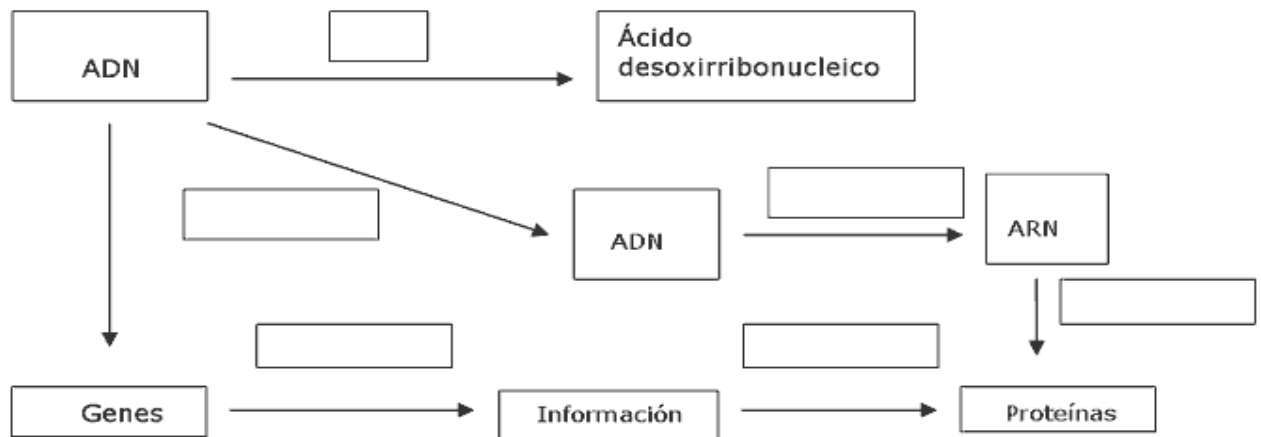
1. Realizar una búsqueda en la web y el material bibliográfico de referencia sobre la estructura del ADN y responder el siguiente cuestionario:

- ¿Qué es un nucleótido? ¿Cuáles son sus componentes?
- ¿Cuáles son los nucleótidos que forman parte del ADN?
- ¿Qué es un polímero? ¿El ADN es un polímero? ¿Por qué?

2. Sobre la base del siguiente esquema de las bases nitrogenadas que conforman el ADN, especificar brevemente cuáles son las diferencias en sus estructuras químicas.



3. Realizar una búsqueda en la web y el material bibliográfico de referencia sobre la función del ADN. Completar un mapa conceptual como el siguiente utilizando los siguientes conectores: es, duplicación, transcripción, traducción, formado, contiene, síntesis.



Actividades de resumen

Estructura molecular del ADN

A comienzos de la década de 1950, el biólogo estadounidense James Watson y el físico inglés Francis H. Crick comenzaron a estudiar el problema de la estructura molecular del ADN. A partir de los resultados de estudios anteriores, estos investigadores se abocaron a construir un modelo de la molécula de ADN que concordara con los datos previamente conocidos y explicara su papel biológico. Para ensayar dónde podía encajar cada pieza en el rompecabezas tridimensional, armaron modelos de las moléculas con alambre y hojalata. Sin bien había muchos investigadores interesados en descubrir la estructura molecular del ADN, Watson y Crick fueron los primeros en lograrlo. En 1962, recibieron el Premio Nobel por los descubrimientos concernientes a la estructura molecular de los ácidos nucleicos y su importancia en la transferencia de información en la materia viva.

- 1- A partir de la lectura del texto "*Rosalind Franklin y la estructura del ADN*"(http://escritoriocentros.educ.ar/datos/Acidos_nucleicos.html#p1) respondan las siguientes preguntas:
- ¿Cuál fue la importancia del trabajo de Rosalind Franklin en el descubrimiento de la estructura molecular del ADN?
 - ¿A qué atribuyen el hecho de que Rosalind Franklin no haya sido reconocida como una investigadora clave en el descubrimiento de la estructura molecular del ADN? ¿Consideran que la condición de género influye en la actividad científica? Discutan sobre este tema en clase.
- 2- Experimento de Marta Chase con fósforo y azufre radioactivo de la infección de bacterias por virus T. Lee el siguiente texto y conteste a las preguntas:

- a) ¿En qué consistió el experimento de Chase y Hershey?
- b) ¿Cuál fue su importancia para la Ciencia?

Los experimentos de Griffith y Avery parecían indicar que existía un "factor" que transmitía información genética y que éste era el ADN. Aún así, en la época, existían opiniones controvertidas sobre el material que contenía la información genética.

Algunos sostenían que la información genética estaba en el ADN, mientras que otros sostenían que la base de la información genética eran las proteínas; el "factor" de Mendel continuaba siendo invisible. Chase y Hershey decidieron demostrar definitivamente quién tenía razón. En 1953, hicieron el descubrimiento clave. Estaban investigando con un curioso virus llamado bacteriófago T2, que infectaba sólo a bacterias. Como todos los virus, inyectaba su información genética para que el huésped (la bacteria) trabajara produciendo más bacteriófagos. Chase y Hershey consiguieron obtener bacteriófagos T2 con el ADN radioactivo. Eso permitía detectar con un contador de radiaciones dónde se hallaba el ADN del bacteriófago. Después de permitir que estos bacteriófagos radioactivos atacaran bacterias y medir la radioactividad, descubrieron que las bacterias habían incorporado radioactividad. ¡Eso indicaba que el ADN (radioactivo) había sido inyectado en las bacterias por los bacteriófagos!

Al repetir el experimento, pero esta vez con bacteriófagos T2 con las proteínas radioactivas, el resultado fue todo lo contrario: las proteínas del bacteriófago no penetraban en las bacterias.

El contenedor de información genética, el "factor" de Mendel, de Griffith y de Avery, sólo podía ser uno: ¡el ADN! Este experimento, conocido como experimento Hershey-Chase, proporcionó a Hershey el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1969.

Tiempo después de la experiencia de Marta Chase, el bioquímico estadounidense James D. Watson y el biofísico británico Francis Crick dieron a conocer la estructura tridimensional del ADN, un descubrimiento que se basaba en los resultados del experimento Hershey-Chase.

- 3- Elabora un mapa conceptual y una UVE de Gowin con los contenidos que consideres apropiados para intentar tratar todos los aspectos que forman parte del tema que se ha

llevado a cabo a lo largo de toda la Unidad Didáctica, y para construir así, tu propio modelo instruccional.

(Explicación en el apartado de Construcción de modelo de conocimiento).

PRÁCTICA DE LABORATORIO

Introducción

En esta práctica, llevada a cabo durante mi realización del Practicum II, el alumnado aprenderá el proceso de extracción del ADN de un ser vivo, pudiendo observar su aspecto y tamaño a simple vista, y su estructura más detallada al microscopio. Gracias a esto, el alumno/a conseguirá paliar ciertos errores conceptuales acerca de la estructura tridimensional del ADN. Estos errores son causa, en la mayor parte de los casos, de las representaciones que aparecen en los libros de texto.

Objetivos

- Realizar la extracción de ADN de tejidos animales.
- Familiarizarse con el manejo de instrumentos del laboratorio: material, centrifugadora, microscopio...
- Observar la estructura fibrilar del ADN.
- Aprender a realizar tinciones simples.
- Saber preparar una disolución en términos de molaridad.
- Conocimiento sobre procesos asociados a la práctica como choque osmótico, precipitación de proteínas, desnaturalización de las fibras del ADN...
- Aprender a trabajar en grupo en un laboratorio, manteniendo un orden y cumpliendo las normas.
- Reflexionar sobre ciertas preguntas que el profesor enunciará acerca de la práctica.

Material

- Guión de prácticas (ver anexo 5), uno por alumno/a.
- Trozo de hígado.
- Mortero.
- Embudo.
- Gasa de visillo.
- Pipetas.
- Tubos de ensayo.
- Tubos de centrífuga.
- Asa de siembra (o aguja enmangada).
- Detergente.

Facultad de Ciencias Sociales

Universidad Pública de Navarra

- Arena de río.
 - Disolución concentrada de NaCl.
 - Alcohol etílico frío.
 - Eosina o azul de metileno.
 - Portaobjetos.
 - Cubreobjetos.
 - Microscopio.
- } Para la observación del ADN.

Metodología

En primer lugar, se realizarán grupos de tres, y se repartirá el material a cada uno de estos grupos. Antes de comenzar con la práctica, el docente realizará una serie de preguntas acerca del procedimiento que van a realizar. El alumnado deberá de reflexionar durante la práctica, y al final de esta, se hará una puesta en común de las respuestas.

Las preguntas realizadas son las siguientes:

- ¿Por qué elegimos hígado para realizar la práctica, y no otro tejido?
- ¿De qué está formada la cromatina?
- ¿Para qué añadimos arena al triturado?
- ¿Por qué crees que estallan los núcleos al añadir la disolución de cloruro sódico?
- ¿Qué acción tiene el detergente? ¿Y el alcohol etílico?
- ¿Qué crees que será la masa blanca que flota en el contenido del tubo?

Una vez lanzadas las preguntas, al alumnado se pondrá en marcha para comenzar con el procedimiento de la práctica.

Para comenzar, el alumnado aprenderá a preparar una disolución de cloruro sódico 2M realizando cálculos químicos (ver anexo 6). Una vez preparada la disolución que se usará en el procedimiento, se pasará a obtener un trozo de hígado del tamaño de una avellana (3 gramos). El motivo de elección de hígado y no otro tejido, es debido a la presencia en este, de células multinucleadas, por lo que la cantidad de ADN que se extraerá será mayor, y la posibilidad de que la práctica salga de forma correcta, es más alta.

A continuación se tritura el hígado en un mortero, añadiendo una cucharada de arena para romper las membranas celulares, y tener los núcleos sueltos.



Después, añadimos al triturado, 5ml de la disolución de NaCl previamente preparada. Con esta disolución, se conseguirá romper los núcleos por choque osmótico, y liberar las fibras de cromatina.



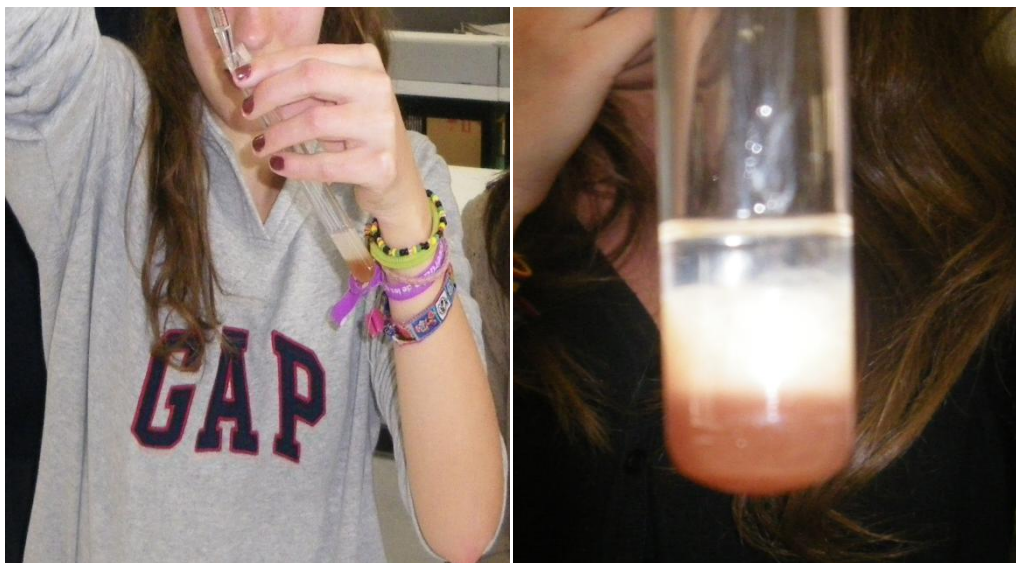
Posteriormente, filtramos la mezcla a través de la gasa de visillo y con ayuda de un embudo, para retirar la arena y los restos conectivos y fragmentos grandes. Recogemos el filtrado en un tubo de ensayo (especial centrífuga) y añadimos 1ml de detergente, cuya función es formar un complejo con las proteínas, y separarlas del ADN. Así nos quedará el ADN libre de las proteínas que tiene asociadas (histonas).



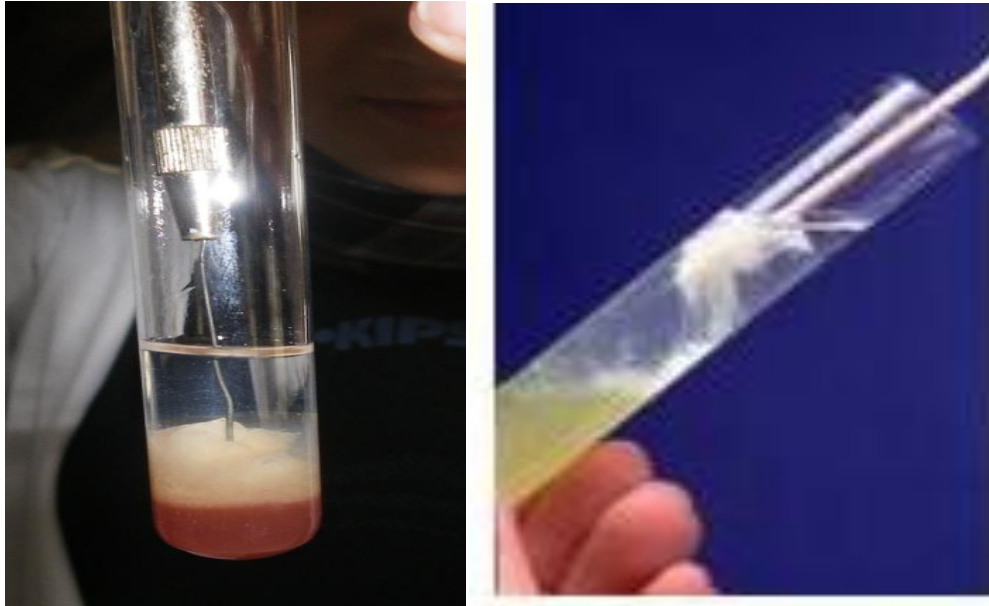
Tras esto, pasaremos a centrifugar los tubos para separar las proteínas, que quedarán en el fondo, del ADN, que estará en el sobrenadante. Antes de realizar esta centrifugación, es necesario que el docente explique el funcionamiento correcto de una centrifugadora, ya que el alumnado suele desconocerlo. (Ver anexo 5: guión de prácticas).



Tras la breve explicación, los tubos se dejarán 5-10 minutos en la centrifugadora. Pasado este tiempo, recogeremos el sobrenadante en un tubo de ensayo, al cual añadiremos unos 3 ml de etanol frío. Este paso hay que realizarlo con mucho cuidado, dejando resbalar el alcohol poco a poco por las paredes del tubo, inclinado este, y sin revolver, para que se formen dos capas. El etanol desnatura el ADN, por lo que aparecerá a modo de hebras blancuecinas en la interfase entre la disolución y el alcohol.



Con el ADN en la interfase, introducimos un asa de siembra o aguja enmangada en el tubo de ensayo, dándole un movimiento de rotación continuo y suave, para conseguir pescar, poco a poco, las hebras del ADN. Estas fibras se observarán a simple vista, como una “bolita” de ADN en el extremo de la aguja.



Por último, se procederá a la observación del ADN mediante el microscopio. Para ello tomaremos una pequeña muestra de las fibras, que colocaremos en un portaobjetos. A continuación teñiremos con eosina o azul de metileno y dejaremos reposar 10 minutos antes de observar. El alumnado deberá de realizar un dibujo de lo observado, el cual incluirá en el informe final de las prácticas que será evaluado por el docente.



Al finalizar la práctica, primero se limpiará bien todo el material empleado, para dejar el laboratorio tal y como lo encontramos. Segundo, se pasará a la discusión en forma conjunta de las preguntas planteadas antes de comenzar y de otras nuevas que propondrá el profesor, como:

- La idea que tenías del ADN, ¿corresponde al ADN observado?
- ¿Para qué nos sirve extraer el ADN de los seres vivos?

Con todas estas preguntas, el alumnado reflexionará y discutirá sobre todo lo aprendido durante la realización de la práctica. Aprenderá por tanto a desarrollar su pensamiento crítico.

Facultad de Ciencias Sociales

Universidad Pública de Navarra

Resultados y explicación

El producto filamentosos obtenido de la extracción no es ADN puro ya que, entremezclado con él, hay fragmentos de ARN. Una extracción "profesional" se realiza añadiendo enzimas que fragmentan las moléculas de ARN e impiden que se unan al ADN.

Para realizar una extracción pura ocurrirá que el detergente contiene lauril sulfato de sodio, el cual limpia los trastes removiendo grasas y proteínas. Éste actúa de la misma manera en el protocolo de extracción de ADN, separando las grasas (lípidos) y las proteínas que constituyen las membranas que rodean la célula y el núcleo. Una vez que estas membranas se han roto, el ADN es liberado de la célula.

El ADN se precipita en el alcohol fuera de la solución, donde puede ser visto. Además de permitirnos ver el ADN, el alcohol separa el ADN de otros componentes celulares, los cuales son dejados en la solución acuosa.

El proceso de extracción de ADN desde una célula es el primer paso para muchos procedimientos (protocolos) de los laboratorios de biotecnología.

Los científicos deben ser capaces de separar suavemente el ADN de sustancias no deseadas que se encuentran en las células, evitando que el ADN se rompa.

El material que se necesita para ello es fácil de encontrar y el procedimiento es sencillo. Cada uno de los ingredientes tiene su propia función. La solución de arena y jabón sirve para romper la membrana plasmática y nuclear e incluso la pared celular... El alcohol etílico sirve para precipitar el ADN.

Conclusión

Cuando se obtuvo el resultado final y los alumnos/as observaron con sus propios ojos el ADN, quedaron asombrados, ya que para nada se esperaban que iba a ser así, es más una alumna esperaba encontrarse un ADN de color rojo. Al realizar esta práctica, y observar al alumnado, me sirvió mucho para darme cuenta de lo aferrados que están a los libros de texto, ya que solo visualizan en su mente lo que ahí observan, y por tanto no llegan a imaginarse la realidad, en este caso ni en tamaño, ni en características de la molécula del ADN.

Con esto podría concluir, resaltando la importancia que tiene de vez en cuando, desviarse un poco del currículum y los contenidos teóricos que se deben impartir, y acercar más al alumnado al mundo de la ciencia mediante el camino de la práctica, consiguiendo que sea el propio alumnado el que construya su aprendizaje y cree su propio conocimiento.

ELABORACIÓN DE MAPA CONCEPTUAL: CONSTRUCCIÓN DE MODELO DE CONOCIMIENTO Y MODELO INSTRUCCIONAL

Introducción

En la sociedad de hoy en día, se necesitan profesionales que sean trabajadores del conocimiento, es decir, personas cuyo trabajo no dependa de lo que les diga otro, sino de sí mismos. Los individuos son de importancia capital. El conocimiento no es impersonal, no reside en un libro, en una base de datos, en un programa informático..., ellos sólo contienen información. El conocimiento está incorporado en la persona, que lo transporta, crea, aumenta o mejora, aplica, enseña y transmite, y lo utiliza correcta o erróneamente. Lo que debe de caracterizar a una persona educada en la sociedad del conocimiento es la habilidad para comprender los diferentes conocimientos.

El sistema educativo que la sociedad del conocimiento necesita será un sistema abierto a personas con niveles de formación distintos, donde se impartirán conocimientos, no sólo como contenidos, sino como procesos. Se deberá facilitar un aprendizaje individual, continuo, motivador e ilusionante; centrado en los puntos fuertes del alumnado.

Distintos informes y resultados de encuestas de alumnos, enfatizan la necesidad de que las clases se utilicen no para copiar apuntes, sino para aprender. Se debe también fomentar la relación individual profesor/alumno, el trabajo en equipo y la discusión de las ideas.

Un alumno/a “fotocopiadora” no garantiza una mejora, si no se responsabiliza de su estudio previo. Si el alumnado se limita a repetir textualmente lo que el profesor ha dictado, disminuye el tiempo disponible para el trabajo autónomo. Unos estudios tan comprimidos no favorecen el aprendizaje significativo. Por ello, los alumnos/as deberán esforzarse en la construcción significativa de los conocimientos, aumentando así su capacidad crítica y creadora, su autoestima y autonomía personal, y su aptitud para plantearse nuevas cuestiones y avanzar, con eficacia y eficientemente, en su resolución.

Según esto, la mejora en la calidad de la educación es necesaria. Se necesita una formación continua con enfoque cognitivo/ constructivista que se aleje del conductista/positivista, que es el que domina actualmente. Además se requiere un entorno de aprendizaje significativo más crítico y creativo, el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación), y en definitiva una gran innovación.

Para abordar con éxito todo lo anterior, se propone el uso de los Mapas Conceptuales, que constituyen un sólido soporte en el que apoyarnos para la mejora de la docencia, y a través de los cuales el alumnado aprenderá a organizar la información como recurso clave, detectar regularidades en la misma, y ser capaces de reconceptualizar de forma creativa toda la cantidad de información que les llega.

Por último, y como ya se comentó al inicio de la Unidad, no olvidar que el empleo de estas estrategias como los Mapas Conceptuales y los Diagramas V, son imprescindibles también para generar el cambio conceptual que se está intentando conseguir, y evitar el problema de los errores conceptuales de nuestros alumnos.

(Incluyo en el anexo 7 el aprendizaje significativo según Ausubel, Novak y Hanesian).

Características de los Mapas Conceptuales

- Es una representación bidimensional de una disciplina o de parte de la disciplina.
- Identifica los principales conceptos e ilustra las relaciones entre los mismos (proposiciones), formadas por palabras de enlace que unen los conceptos.
- Sigue un modelo que va de lo general a lo más específico.
- Presenta una jerarquía, dos o más conceptos se ilustran bajo un concepto más inclusivo.
- Deseable presencia de enlaces cruzados significativos que relacionan distintas ramas jerárquicas entre sí. No conformarse con relaciones pobres sólo de arriba hacia abajo, y con conectivos triviales.

Metodología

Para poner en práctica todo lo comentado en la introducción, el alumnado de manera individual realizará un mapa conceptual con todos los contenidos del tema, mediante la utilización del programa informático Cmaptools.

En primer lugar, el docente dará todas las pautas sobre la utilización de dicho programa.

En segundo lugar, el alumnado recogerá toda la información necesaria para elaborar el mapa, empleando el libro de texto, los contenidos explicados en clase, el mapa conceptual (ver anexo 8) y la UVE de Gowin (pág. 40), que el docente empleará como modelo, otras bibliografías relacionadas, y toda la información que encuentren a través de medios digitales.

Una vez recogida la información, se pasará a la reconceptualización, elaborando una lista con los conceptos más relevantes que van a ser incluidos en el mapa, ordenándolos desde el más general, al más específico. Se intentará evitar la repetición de conceptos.

Después de esto, el alumno/a irá organizando los conceptos, en diferentes niveles jerárquicos, incluyendo verbos como palabras de enlace, evitando en la medida de lo posible las secuencias lineales, y estableciendo enlaces cruzados significativos entre las distintas ramas jerárquicas. Así, poco a poco, cada uno de los alumnos/as irá construyendo su modelo de conocimiento, el cual se verá con otros ojos y se imaginará como una cosa nueva.

En dicho modelo se podrán incluir, además de contenidos teóricos, tales como esquemas, resúmenes... otros recursos como pueden ser videos, imágenes, mapas subordinados, enlaces de internet... Con todo ello, completarán su propio y particular modelo de conocimiento, y podrán pasar a elaborar el modelo instruccional.

Para la construcción del modelo instruccional, se partirá de la asignación del marco teórico en el que nos encontramos, incluyendo teorías psicopedagógicas, en nuestro caso, de Ausubel, Novak y Gowin, y biológicas. Tras esto se plasmarán a parte de nuestro modelo de conocimiento ya realizado, todos los aspectos llevados a cabos en la Unidad Didáctica: objetivos, contenidos, actividades realizadas, metodología, evaluación y bibliografía. También se podrán emplear herramientas de innovación como la V de Gowin.

El tiempo empleado para la realización de los modelos será de dos sesiones teóricas, más el trabajo individual en horas extraescolares.

Evaluación

La evaluación de este apartado se llevará a cabo mediante la calificación por parte del docente, de los propios compañeros, y de él mismo, de la exposición oral que cada alumno de manera individual deberá de realizar. El tiempo asignado a la exposición será de unos 15 minutos, y la presentación se realizará a través del propio programa informático, ya que presenta un recurso para realizar las presentaciones a modo de animación.

Para evaluar, el docente preparará dos rúbricas donde se indiquen todos los aspectos a calificar. Una de estas se repartirá a los alumnos, para que sean ellos mismos los que pongan las notas. El profesor también rellenará la suya propia. La otra será una rúbrica de autoevaluación, para que el alumno se califique personalmente.

La calificación obtenida en la elaboración del modelo instruccional y en la posterior exposición oral, equivaldrá a un 20% de la calificación final de la Unidad.

(Incluyo en el anexo 9 las rúbricas empleadas para llevar a cabo la evaluación de este apartado).

Uve de Gowin del modelo instruccional:

CONCEPTUAL

COSMOSVISIÓN

El aprendizaje memorístico o rutinario no permanece en la memoria a largo plazo. Una instrucción basada en el aprendizaje significativo que parta del conocimiento de las ideas alternativas del alumnado posibilitará una integración de los nuevos conceptos con los que posee de antemano, conduciendo a un aprendizaje autentico y duradero.

FILOSOFÍAS

Filosofía constructivista: el conocimiento es construido por el propio sujeto.

TEORÍAS

Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, Novak, y Gowin.
Teoría celular.
Teoría de la Evolución.
Teoría simbiótica.
Teoría de la doble hélice de Watson y Crick.
Teoría semiconservativa de Meselson y Stahl.

PRINCIPIOS

- El ADN, es un ácido nucleico que contiene instrucciones genéticas usadas en el desarrollo y funcionamiento de todos los organismos vivos conocidos y algunos virus, y es responsable de su transmisión hereditaria.
- Varios experimentos demostraron que era el ADN y no las proteínas, la molécula portadora de la información genética.
- Los segmentos de ADN que llevan esta información genética son llamados genes, pero las otras secuencias de ADN tienen propósitos estructurales o toman parte en la regulación del uso de esta información genética.
- El papel principal de la molécula de ADN es el almacenamiento a largo plazo de información.
- El mensaje genético se encuentra en la/las cadenas de ADN. Para que la célula se divida este ADN debe duplicarse: REPLICACIÓN, repartiéndose entre las células hijas
- .La ADN polimerasa III es la principal enzima de la síntesis del ADN.

CUESTIÓN CENTRAL

¿Qué ideas previas tiene el alumnado de 2º de bachiller sobre el ADN y su replicación?

¿Conseguiremos un aprendizaje significativo sobre el tema del ADN mediante la aplicación de un diseño instruccional?

METODOLOGÍA

JUICIOS DE VALOR

Considero este módulo muy apropiado para trabajar todo el tema del ADN en 2º de bachillerato.

Las concepciones previas del alumnado deben ser siempre tomadas en cuenta y especialmente antes de abordar dicho tema, puesto que son numerosas y muy arraigadas.

JUICIOS DE CONOCIMIENTO

Las concepciones alternativas sobre el ADN más frecuentes en el alumnado de 2ºBach. son:

- Asocian la molécula del ADN con una molécula más, presente en el núcleo de las células, pero no con la molécula portadora de nuestra información genética.
- No relacionan el factor transformante descubierto por Griffith, con el fenómeno de la transformación bacteriana.
- Confunden los conceptos copia, duplicación y replicación que son los mismos, con el de síntesis.
- No terminan de entender el mecanismo de replicación del ADN.
- Tienen dificultades para asociar la gran variedad de enzimas existentes en la replicación con las funciones que realiza cada una de ellas.
- Piensan que enfermedades hereditarias como la fibrosis quística, el daltonismo, la polidactilia..., nada tienen que ver con el ADN.
- Tienen dificultades para imaginar la estructura del ADN en tres dimensiones, y sus procesos dinámicos, a partir de figuras representadas en un plano.
- Cuesta un gran esfuerzo el relacionar la representación esquemática con la realidad.
- Tienen dificultades en cuanto a la comprensión de las representaciones científicas acerca del tema, con la aparición de los errores conceptuales.

El análisis de los datos obtenidos a partir de la instrucción y evaluación del tema nos ha permitido comprobar que la mayoría del alumnado ha incorporado información de manera significativa respondiendo positivamente a la dinámica planteada.

- El estudio de la síntesis del ADN ha sido in vitro e in vivo.

- Se enunciaron tres hipótesis sobre la replicación del ADN: conservativa, dispersiva y semiconservativa.

-El ADN se replica de manera semiconservativa, a través de un proceso en el que intervienen varias enzimas: helicasa, topoisomerasas, proteínas estabilizadoras, ARN polimerasa I, ADN polimerasa III y I, Ligasas...

- La replicación semiconservativa fue demostrada a través del experimento de Meselson y Stahl.

- El proceso de replicación en procariotas es similar al de eucariotas, siendo este último más complejo, y existiendo alguna diferencia.

-Muchas veces, el ADN es comparado con un plano o una receta, ya que contiene las instrucciones necesarias para construir otros componentes de las células, como las proteínas y las moléculas de ARN.

-Las cuatro bases nitrogenadas del ADN se encuentran distribuidas a lo largo de la "columna vertebral" que conforman los azúcares con el ácido fosfórico en un orden particular, (la secuencia del ADN).

- La estructura primaria del ADN está determinada por esta secuencia de bases ordenadas sobre la "columna" formada por los nucleósidos: azúcar + fosfato.

-La estructura 2ª del ADN, es el modelo postulado por Watson y Crick: doble hélice con características determinantes:

las dos hebras de ADN se mantienen unidas por los puentes de hidrógeno entre las bases.

Los pares de bases están formados siempre por una purina y una pirimidina, de forma que ambas cadenas están siempre equidistantes.

Existe complementariedad de bases: La A se empareja siempre con la T mediante dos puentes de hidrógeno, mientras que la C se empareja siempre con la G por medio de 3 puentes de hidrógeno.

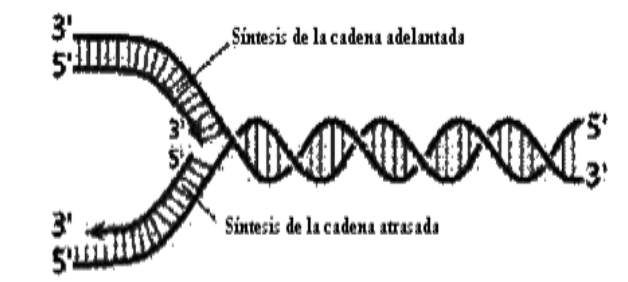
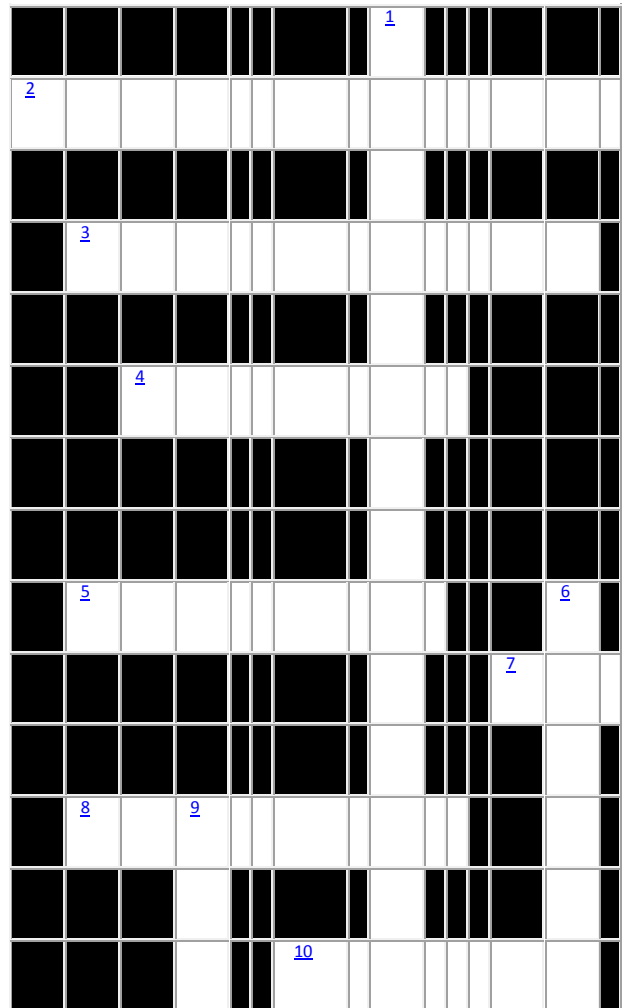
las dos hebras son antiparalelas (Figura superior), es decir, tienen una orientación diferente.

-La estructura 3ª es la forma en que se organiza la doble hélice.

TRANSFORMACIONES

Tablas para rellenar, sopa de letras, crucigramas, textos incompletos, imágenes para completar, relación de conceptos a través de la puesta en práctica, interpretación del modelo de ADN...

Algunos ejemplos:



| PROCARIOTAS | EUCARIOTAS |
|-------------|------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

CONCEPTOS

Aprendizaje significativo, diagrama uve, mapas conceptuales, conocimientos previos, proposiciones, palabras de enlace, tormenta de ideas, ADN, nucleótidos, nucleósidos, ácido nucleico, bases nitrogenadas (adenina, guanina, citosina y timina), puentes de hidrógeno, hebra nueva, hebra antigua, antiparalelismo, complementariedad, doble hélice, Griffith, factor transformante, Avery, McLeod y McCarty, hipótesis conservativa, hipótesis dispersiva, hipótesis semiconservativa, Meselson y Stahl, ADN pesado, ADN ligero, enzimas, replicación, primer, fragmentos de Okazaki, in vitro, in vivo, Cairns...

REGISTROS

- Respuestas de los cuestionarios
- Resolución de las actividades.
- Resúmenes del cuaderno.
- Informe de prácticas.
- MMCC
- UVE de Gowin.
- Modelo tridimensional de la doble hélice.
- Resultados del Brainstorming en la reflexión final.



ACONTECIMIENTOS/OBJETOS

- Revisión de errores conceptuales a través de cuestionarios, MMCC, Brainstorming.
- Elaboración de un módulo instruccional basado en el aprendizaje significativo.
- Evaluación por medio de resúmenes, mapas conceptuales, Uve de Gowin, actividades, presentaciones orales, construcción de modelos tridimensionales etc.
- Contenidos teóricos sobre el ADN.
- Libros de texto, fotocopias, cuestionarios, videos, etc.

REFLEXIÓN FINAL DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Durante esta sesión, se realizará una puesta en común de todo lo aprendido durante la realización de la Unidad Didáctica.

El alumnado entrará en un dialogo donde discutirá todos sus puntos de vista u opiniones de todo lo llevado a cabo durante la Unidad.

Además comentará todo aquello que le haya resultado más complicado, o aquello donde no haya tenido problema alguno, y se expondrán las ventajas y desventajas de la realización de este tipo de modelos didácticos que combinan la teoría con la práctica, incluyendo creatividad e innovación.

Con esta reflexión se conseguirá ayudar al alumnado a desarrollar su pensamiento crítico, a participar en discursos mostrando como ha llegado a la construcción de su propio conocimiento de manera significativa.

En definitiva, lo que se quiere conseguir a través de esta puesta en común, es concienciar al alumnado de que el medio más adecuado y necesario para producir el “cambio conceptual” es el aprendizaje significativo, ya que cuando los estudiantes de bachiller llevan muchos años acostumbrados a una enseñanza y evaluación de la ciencia que favorece la memorización mecánica de las definiciones o de algoritmos para resolver problemas, no es fácil convencerles de que acepten las estrategias del aprendizaje significativo, y de que repiensen y revisen sus maneras de aprender. Por ello, el reto fundamental de la “enseñanza de cambio conceptual” es ayudar a todos los estudiantes para que se decidan a modificar sus errores conceptuales, y ofrecer una enseñanza que les sea “conceptualmente transparente” (Novak, 1992).

EVALUACIÓN

Resulta necesario reflexionar sobre el modelo de evaluación más frecuente en la actualidad y sobre la pertinencia de uno nuevo, más acorde con el nuevo paradigma educativo.

Los tipos de evaluación más frecuentes consisten en pruebas estandarizadas y/o pruebas de ensayo convencionales. Están diseñadas fundamentalmente para medir conocimientos de los alumnos y el recuerdo de datos, así como su capacidad para resolver problemas rutinarios. Los distintos formatos, en general, requieren breves respuestas, elección múltiple, verdadero-falso, rellenar huecos... En relación con los alumnos reproducen paquetes de información, suministrada con anterioridad por el profesor y por los diferentes textos. Se evalúa así un limitado intervalo de capacidades, que van solo un poco más allá del simple recuerdo, es decir, de la recuperación de los conocimientos almacenados en la memoria, sin estar en la mayor parte de los casos interrelacionados ni jerarquizados, al no haber sido aprendidos significativamente.

El tipo de evaluación más coherente con el nuevo paradigma educativo, debería centrarse en la medida del rendimiento del alumno, de su intervención en la realización de prácticas que conectasen su aprendizaje con la experiencia del mundo real, de la medición de las habilidades de investigación, la resolución de problemas del nivel superior, y la aplicación y el análisis interpretativo de los conocimientos previos. Este tipo de evaluación, más auténtica, requiere del alumno evidencias de su

dominio del conocimiento, de su comprensión conceptual, y de su capacidad de aplicarlos en nuevos contextos.

En consecuencia, debemos de considerar una doble dimensión en la evaluación. Por un lado, detectar el conocimiento de múltiples formas, y por otro, detectar el cambio conceptual, es decir, detectar si se ha modificado adecuadamente la estructura cognitiva. Todo ello se podrá conseguir utilizando la innovación como herramienta de evaluación.

Para la evaluación de esta unidad didáctica se propone la realización de un examen que contenga tanto los contenidos vistos durante las clases teóricas como durante las prácticas, con un peso sobre la calificación final del 40 % (ver anexo 10). El otro 60 % de la calificación depende de las actividades realizadas en clase, del guión de prácticas, de la realización del modelo tridimensional del ADN, de la construcción y exposición del mapa conceptual, de la actitud, habilidades en el laboratorio, y de la intervención y la participación en clase y en la puesta en común, todo ello durante el desarrollo de la unidad didáctica.

En la tabla 4 se muestra la evaluación de la Unidad Didáctica mediante el empleo de una matriz de valoración que mide los niveles de desempeño.

MATRIZ DE VALORACION

| ASPECTO A AEVALUAR | NIVEL DE DESEMPEÑO | | | |
|-------------------------------|---|--|--|---|
| | Excelente | Bueno | Regular | Malo |
| Cuaderno | -Todas las actividades hechas y corregidas. -Presentación muy clara, ordenada y limpia. | -Todas las actividades están hechas, alguna sin corregir. -Presentación mejorable bien por falta de claridad, de orden o de limpieza. | -Falta alguna actividad por hacer y por corregir. -Necesita mejorar la presentación en al menos dos de los siguientes aspectos: limpieza, orden, claridad. | -Faltan más de la mitad de las actividades por hacer. Desorden y suciedad en la presentación. ó -No presenta el cuaderno. |
| Informe de prácticas | -Explica todo el proceso de forma clara y concisa. - Presentación muy clara, ordenada y limpia. - Introduce sus propias conclusiones. | - Indica todos los pasos pero no explica el porqué se hacen. - Presentación mejorable bien por falta de claridad, de orden o de limpieza. | - Falta algún paso a seguir en la extracción y no da explicaciones del porqué se añade cada sustancia. -Necesita mejorar la presentación en al menos dos de los siguientes aspectos: limpieza, orden, claridad. | - Faltan muchos contenidos y explicaciones. - Desorden y suciedad en la presentación. -También se considera malo cuando no hay entrega del informe. |

| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| Participación en clase y en prácticas | Actitud activa, muestra gran interés por la asignatura, pregunta, aporta ideas y coopera en la corrección y realización de actividades. | Actitud activa pero sin entusiasmo por la asignatura. Realiza las actividades y se comporta con corrección. | Actitud pasiva y/o poco interés por la asignatura, se distrae en clase aunque no molesta a sus compañeros. | Actitud pasiva, desinterés por la asignatura, continuas interrupciones, molesta a sus compañeros, etc. |
| Mapa conceptual | <ul style="list-style-type: none"> -Diferencia conceptos de palabras de enlace. -Simétrico. -Utiliza todos los conceptos y no repite. -3 o más niveles jerárquicos válidos y bien definidos. -No hay secuencias lineales. -Más de 2 enlaces cruzados y correctos. | <ul style="list-style-type: none"> -Diferencia conceptos de palabras de enlace. -Falta y/o se repite algún concepto. -Simétrico. -Más de 2 niveles jerárquicos válidos y definidos. -Menos de una secuencia lineal. -2 enlaces cruzados correctos. | <ul style="list-style-type: none"> -Hay algún concepto como palabra de enlace o viceversa. -Falta y/o se repiten varios conceptos. -Asimétrico. -Solo 2 niveles jerárquicos bien definidos. -Algunas secuencias lineales. -Presencia de 1 enlace cruzado y correcto. | <ul style="list-style-type: none"> - No lo presentan. ó -No diferencia conceptos de palabras d enlace. -Faltan conceptos y/o se repiten. -Asimétrico. -No hay jerarquía. -Muchas secuencias lineales. -No hay enlaces cruzados. |
| Exposición oral del modelo instruccional | <ul style="list-style-type: none"> -Presentación muy clara, ordenada y dinámica. - No presenta faltas de ortografía. -Selecciona los contenidos más importantes. -Se ciñe de manera perfecta al tiempo indicado. -Utiliza un lenguaje apropiado y emplea sus propias palabras. - Mira a los alumnos. - Se expresa con soltura. | <ul style="list-style-type: none"> -Presentación mejorable bien por falta de claridad, de orden o por cierta monotonía. - Presenta alguna falta de ortografía. - Transmite más información de la necesaria. - Se pasa un poco del tiempo establecido. - Emplea sus propias palabras pero no un lenguaje del todo científico. - Mira a los alumnos pero hacia el mismo sitio. - Se expresa bien, pero no con gran soltura. | <ul style="list-style-type: none"> -Necesita mejorar la presentación en al menos dos de los siguientes aspectos: orden, claridad y comprensibilidad. - Gran presencia de faltas de ortografía. - Presentación bastante extensa, seleccionando contenidos irrelevantes. - Ausencia de lenguaje científico. - Apenas mira al frente. - Poca soltura al realizar la presentación. | <ul style="list-style-type: none"> -Desorden y dificultad para entender la presentación. -No hay claridad de contenidos. -Gran presencia de faltas de ortografía. - Selecciona todos los contenidos, sin distinguir los importantes. - Transcribe al pie de la letra la exposición, sin emplear su propio vocabulario. - No emplea un lenguaje apropiado para el tema. - Mira constantemente a las diapositivas. - No tiene soltura, se muestra retraído. |
| Uve de Gowin | <ul style="list-style-type: none"> -Registros de más de dos tipos, numerosos y en relación con los objetos y acontecimientos. -Transformaciones: agrupadas y sistematizadas en gráficos y/o tablas. -Juicios de | <ul style="list-style-type: none"> -Registros: de más de un tipo, y en relación con objetos y acontecimientos. -Transformaciones: poco sistematizadas y agrupadas. -Juicios de | <ul style="list-style-type: none"> -Registros: escasos o poca relación con los objetos y acontecimientos. -Transformaciones: Nula sistematización y agrupación. -Juicios de conocimiento: | <ul style="list-style-type: none"> -No presentan el trabajo. ó -No presentan registros o no están en relación con los objetos y acontecimientos. -No hay transformaciones. |

| | | | | |
|---------------|---|---|--|--|
| | conocimiento: responden directa y claramente a las 2 cuestiones centrales. -Juicios de valor: afirman coherentemente el valor práctico de los resultados y se proponen más de 3 medidas. | conocimiento: responden a las 2 cuestiones centrales pero con poca precisión. -Juicios de valor: afirman con consistencia la practicidad de los resultados y se proponen más de 2 medidas. | responden en parte a las 2 cuestiones centrales o solo a una. -Juicios de valor: escasa coherencia con los resultados. Se proponen 2 o menos medidas. | -Juicios de conocimiento: no responden a las cuestiones centrales. -Juicios de valor: inexistentes o sin coherencia con los resultados. Una o ninguna medida. |
| Examen | -Calificación de 8 a 10. | -Calificación de 6 a 8. | -Calificación de 5 a 6. | -Calificación menor de 5. |

Tabla 4: método de evaluación y calificación propuesto para la unidad didáctica mediante los niveles de desempeño.

En la tabla 5 puede verse el método de evaluación y calificación, mediante la asignación de porcentajes.

| ASPECTO | RECURSO | PORCENTAJE |
|--|---|------------|
| Conocimiento de los conceptos teóricos y prácticos de la unidad didáctica. | Examen | 40% |
| Realización de las actividades durante las clases. | Entrega de las actividades propuestas durante la Unidad Didáctica. | 5% |
| Comprensión de la estructura del ADN y realización del modelo tridimensional. | Entrega del modelo realizado con pajitas y explicación de los pasos seguidos y la estructura del ADN. | 15% |
| Realización y comprensión de las prácticas de laboratorio. | Entrega del guión de prácticas. | 5% |
| Realización del modelo de conocimiento y manejo del programa Cmaptools. (Incluye UVE de Gowin). | Exposición oral del modelo. Rúbricas para evaluar. | 25% |
| Actitud, interés, habilidades en el laboratorio, intervención y participación en clase y en la reflexión en común de la Unidad, y trabajo cooperativo. | Observación del docente. | 10% |

Tabla 5: Evaluación por porcentajes.

ANEXOS

Anexo 1:

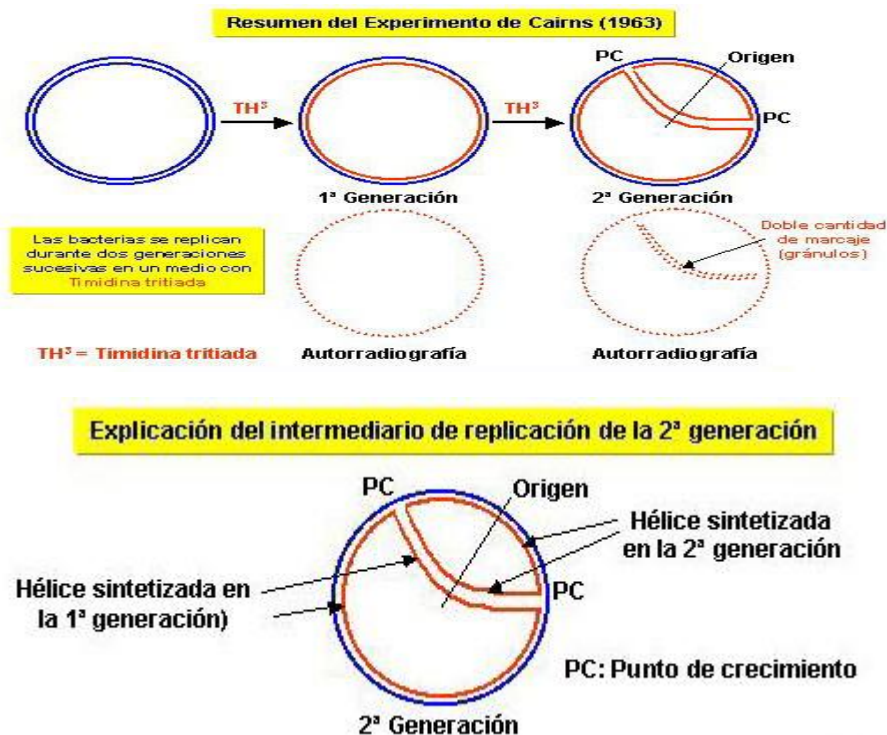
PowerPoint

- Archivo pdf independiente.

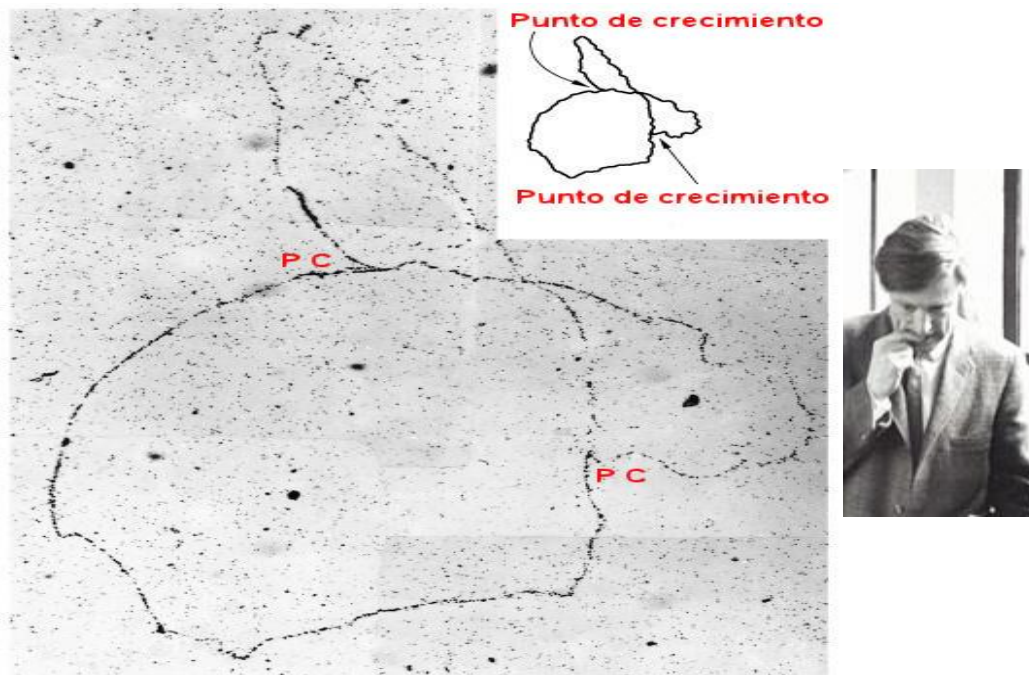
Esquema complementario: el ADN bacteriano es circular: experimento de Cairns (1963)

Cairns en 1963, llevó a cabo otro experimento en la bacteria *E. coli* que además de demostrar que la replicación de su ADN se ajustaba al modelo Semiconservativo propuesto por Watson y Crick (1953), también demostraba que el ADN de *E. coli* es circular. Se trata de la primera evidencia citológica (mediante observación al microscopio) de la circularidad del cromosoma bacteriano, ya que mediante técnicas de construcción de mapas de conjugación, ya se había demostrado previamente por Jacob y Wollman (1958) que el ADN bacteriano tenía un mapa circular.

El experimento que realizó Cairns (1963) consistió en mantener un cultivo de *E. coli* creciendo durante dos generaciones sucesivas en un medio que contenía Timidina tritiada (TH^3), es decir, utilizaron un nucleótido (la Timina) marcado con un isótopo radiactivo (tritio, H^3). Por tanto, cuando las bacterias sintetizaban su ADN empleaban dicho nucleótido marcado. Además, Cairns (1963) desarrolló un sistema para extraer el ADN de *E. coli* sin romperlo (intacto) y extenderlo sobre un portaobjetos para posteriormente realizar una autorradiografía, revelarla y observar los resultados al microscopio. Para realizar la autorradiografía, empleaba una emulsión fotográfica que colocaba en contacto directo con la preparación, de forma que en aquel lugar de la preparación en que existía TH^3 , las partículas β del tritio impresionaban la emulsión fotográfica y al revelarla aparecía una mancha o punto en ese lugar. Las autorradiografías correspondientes a la primera generación de replicación presentaban imágenes de puntos formando un círculo. En las autorradiografías correspondientes a la segunda generación de replicación se observaban imágenes de puntos en forma de la letra griega q pero que mostraban una región del interior con doble cantidad de puntos.



Cairns (1963) interpretó que el cromosoma de *E. coli* era circular, que se replicaba de modo semiconservativo, que existía un punto de inicio de la replicación, un origen, y un punto de crecimiento (PC). Sin embargo, esta interpretación fue errónea, ya que en *E. coli* existe un solo punto de iniciación de la Replicación (Ori C) pero existen dos puntos de crecimiento (PC), ya que la replicación en *E. coli*, como veremos más adelante es bidireccional.



Autorradiografía de la 2ª generación de Replicación con TH3

Anexo 2:

Vídeos explicativos

- Estructura del ADN:
<http://www.youtube.com/watch?v=i-ATJ1FwYps>
- Replicación del ADN:
<http://www.youtube.com/watch?v=okKnkfsP1PE>: ADN polimerasa
<http://highered.mcgraw-hill.com/olc/dl/120076/bio23.swf>: replicación.

Anexo 3:

Guión de actividad del experimento de meselson y stahl para el profesor

HIPÓTESIS SOBRE LA DUPLICACIÓN DEL DNA: guión del profesor

La estructura del DNA en doble hélice permite comprender cómo dicha molécula es idónea para dar lugar a copias. Por un lado su estructura presenta dos cadenas complementarias entrelazadas, lo que le da una gran estabilidad, y por otro, bastaría con que una enzima específica las separara para que cada una de ellas pudiera

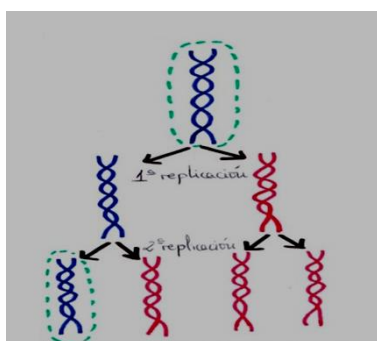
Facultad de Ciencias Sociales

Universidad Pública de Navarra

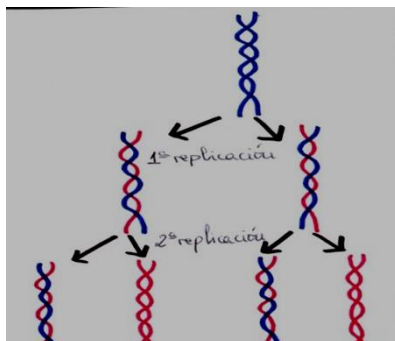
servir como molde para sintetizar, a partir de nucleótidos sueltos y bajo la acción de otra enzima, la hebra complementaria.

Para explicar este proceso se propusieron tres hipótesis:

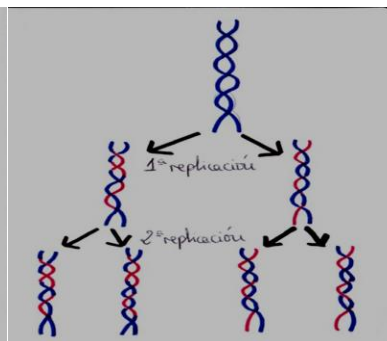
- **Hipótesis conservativa:** toda la molécula de DNA de cadena doble sirve como molde para formar una nueva molécula de DNA, conservándose la molécula de DNA original en su totalidad durante la replicación.
- **Hipótesis dispersiva:** las dos cadenas de nucleótidos se dividen, y se dispersan en fragmentos que sirven de moldes para la síntesis de los nuevos fragmentos de DNA, que luego se vuelven a ensamblar para formar dos moléculas de DNA completas. En este modelo, cada molécula de DNA resultante está compuesta por fragmentos del DNA nuevo y del DNA antiguo → NO SE CONSERVA NINGUNA DE LAS MOLÉCULAS ORIGINALES.
- **Hipótesis semiconservativa:** formulada por Watson y Crick, sostiene que cada hebra sirve de molde para que se forme una hebra nueva, mediante la complementariedad de bases, quedando al final dos dobles hélices formadas por una hebra antigua (molde) y una hebra nueva (copia).



Hipótesis conservativa



Hipótesis semiconservativa



Hipótesis dispersiva

EXPERIMENTO DE MESELSON Y STAHL

Meselson y Stahl probaron la hipótesis de la replicación del ADN. Ellos diseñaron un experimento en el que marcaban el ADN de la bacteria *E. coli* con Nitrógeno pesado N^{15} , para ello hicieron crecer las bacterias durante 14 generaciones sucesivas en un medio que contenía como única fuente de Nitrógeno N^{15} . Durante estas 14 generaciones el ADN de las bacterias se había sintetizado con bases nitrogenadas con Nitrógeno pesado (N^{15}). Posteriormente, comprobaron que podían distinguir el ADN de las bacterias que crecían en un medio normal (con N^{14}) del ADN de las bacterias que habían crecido durante 14 generaciones en N^{15} .

Para ello extrajeron el ADN de ambos tipos de bacterias y lo centrifugaron en un gradiente de densidad de CsCl. El resultado fue que la densidad del ADN de las bacterias que habían crecido en presencia de N^{15} era mayor que el ADN de las bacterias que habían crecido con N^{14} . Una vez comprobado que eran capaces de distinguir el ADN de ambos tipos de bacterias, continuaron el experimento de la siguiente forma:

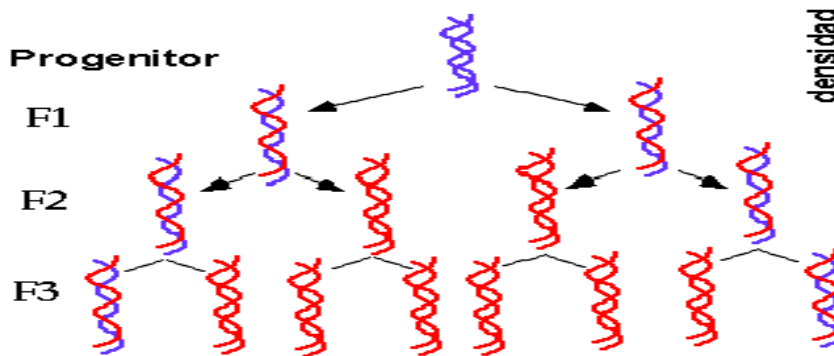
- Las bacterias que habían estado creciendo en Nitrógeno pesado (N^{15}) las pasaron a un medio de cultivo que contenía N^{14} (Nitrógeno normal) y a distintos tiempos, media generación, una generación, dos generaciones, tres generaciones de replicación, tomaban una muestra del cultivo bacteriano, extraían el ADN y centrifugaban en gradiente de densidad de CsCl.
- Cuando extraían el ADN de las bacterias que llevaban una generación creciendo en N^{14} y centrifugaban en CsCl, obtenían una sola banda de densidad intermedia (N^{14-15}) entre la del ADN N^{14} y el ADN N^{15} . → SE DESCARTA LA HIPÓTESIS CONSERVATIVA. Si extraían el ADN de las bacterias que

Facultad de Ciencias Sociales

Universidad Pública de Navarra

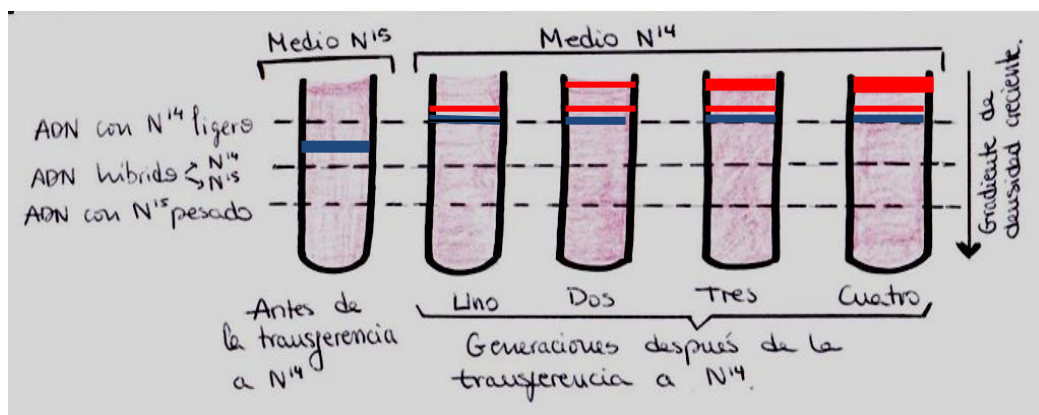
llevaban dos generaciones creciendo en N^{14} y centrifugaban en gradiente de CsCl obtenían dos bandas, una correspondiente al ADN N^{14} y otra de densidad intermedia (N^{14-15}), también llamada híbrida. La absorbancia a 260 nm es directamente proporcional a la cantidad de ADN que contiene una banda, de manera que al medir la absorbancia de las dos bandas obtenidas en la segunda generación, obtenían que ambas contenían igual cantidad de ADN (1:1). Al extraer y centrifugar en CsCl el ADN de las bacterias que llevaban tres generaciones creciendo en N^{14} , obtenían dos bandas, una correspondiente al ADN N^{14} y otra de densidad intermedia (N^{14-15}) entre la del ADN N^{14} y el ADN N^{15} . La cantidad de ADN que contenía la banda correspondiente al ADN N^{14} era tres veces mayor que la encontrada en la banda de densidad intermedia (N^{14-15}), proporción (3:1).--> SE DESCARTA LA HIPÓTESIS DISPERSIVA.

- Los resultados obtenidos por Meselson y Stahl (1958) se ajustaban a un modelo de replicación semiconservativo. Para asegurarse, aislaron la banda de ADN de densidad intermedia (N^{14-15}) obtenida a partir de las bacterias que llevaban una generación en N^{14} , desnaturalizaron el ADN de la banda mediante calor para separar sus dos hélices y, manteniéndolas desnaturalizadas, centrifugaron en CsCl. Si la replicación de *E. coli* se ajustaba al modelo semiconservativo, una de las hélices debería estar construida con N^{15} (la vieja) y la otra hélice con N^{14} (la nueva) y, al centrifugar en gradiente de densidad esperaríamos obtener dos bandas una más densa correspondiente a la hélice construida con N^{15} y otra menos densa sintetizada con N^{14} . El resultado obtenido por Meselson y Stahl (1958) fue precisamente el esperado para una replicación semiconservativa.

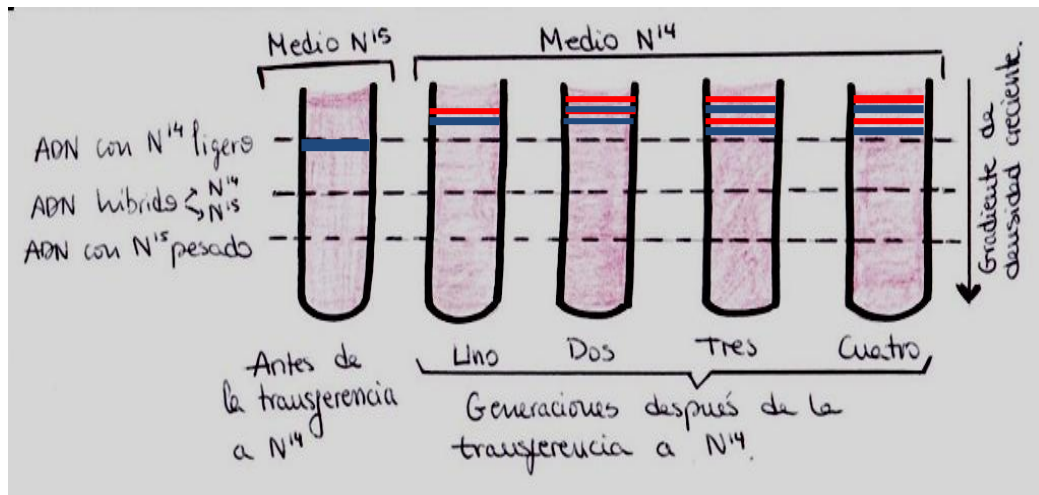


RESULTADOS

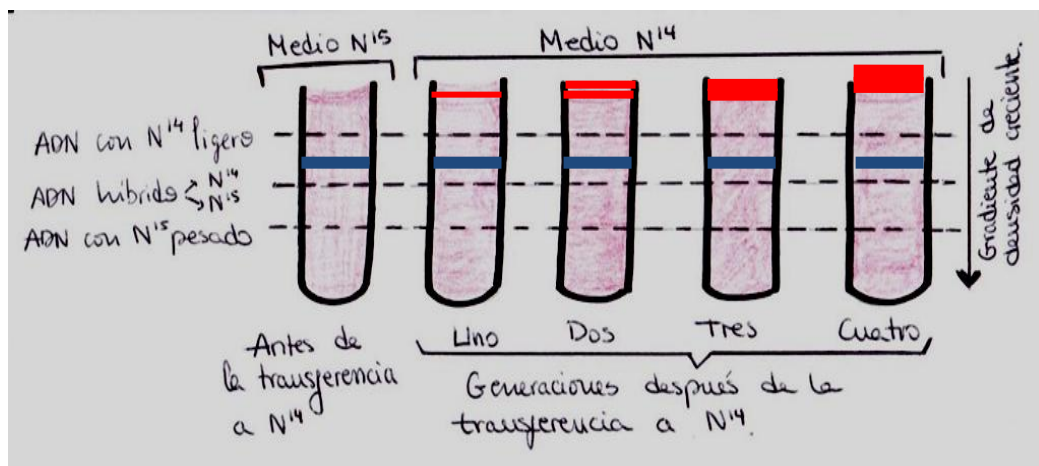
- Para el modelo semiconservativo:



- Para el modelo dispersivo:



- Para el modelo conservativo:



Anexo 4: Uve de Gowin modelo de ADN.

Pregunta central

¿Cómo es nuestro DNA? ¿Conoces su estructura?

Cosmovisión:

El aprendizaje memorístico o rutinario no permanece en la memoria a largo plazo. Una instrucción basada en el aprendizaje significativo que parta del conocimiento de las ideas alternativas del alumnado posibilitará una integración de los nuevos conceptos con los que posee de antemano, conduciendo a un aprendizaje auténtico y duradero.

Filosofía:

Filosofía constructivista: el conocimiento es construido por el propio sujeto.

El ADN lo aisló por primera vez, durante el invierno de 1869, el médico suizo Friedrich Miescher mientras trabajaba en la Universidad de Tübingen. Miescher realizaba experimentos acerca de la composición química del pus de vendas quirúrgicas desechadas cuando notó un precipitado de una sustancia desconocida que caracterizó químicamente más tarde. Lo llamó *nucleína*, debido a que lo había extraído a partir de núcleos celulares. *James Watson (izquierda) y Francis Crick descubrieron en 1953 la estructura de la molécula de ADN. Se basaron en datos de Maurice Wilkins y Rosalind Franklin. Watson, Crick y Wilkins recibieron en 1962 el premio Nobel. Por desgracia Rosalind Franklin ya había fallecido en 1958.* El ADN es la molécula en que está toda la información genética que recibiste de tus padres y que tienen todas las células de tu cuerpo.

Teorías:

Teoría de la doble hélice de Watson y Crick.

Teoría semiconservativa (experimento de Meselson-Stahl)

Juicios de valor:

La importancia de esta práctica está en que el alumnado se familiariza con la estructura del ADN y conoce como se forma.

Es importante que tomen conciencia de cómo y de qué está formada la molécula responsable de toda la transmisión genética de unas generaciones a otras.

Con esta práctica se podría relacionar el tema de la herencia (genes).

Términos como ADN (ácido desoxirribonucleico), cromosoma, clonación, transgénicos, etc. Van más allá de los muros académicos y aparecen diariamente en los periódicos, revistas y telediarios. Por eso, es necesario dominar conocimientos biológicos para comprender los debates contemporáneos y poder participar de ellos. Por esta razón, los modelos didácticos se presentan como una herramienta alternativa para representar y trabajar, en tres dimensiones y de forma dinámica, algunos conceptos relacionados con el ADN.

Juicios de conocimiento:

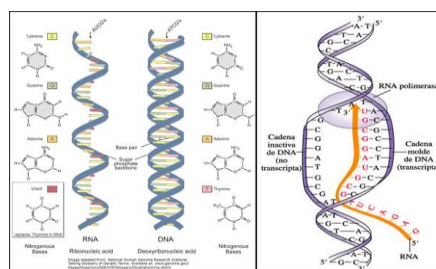
Test realizados con alumnos universitarios después del estudio de tópicos de genética han manifestado que éstos no siempre consiguen establecer asociaciones coherentes con el conocimiento científico actual, mostrando la existencia de dificultades en cuanto a la comprensión de las representaciones científicas acerca del tema, con la aparición de los errores conceptuales

Muchos alumnos tienen dificultades: de imaginar una estructura en tres dimensiones y sus procesos dinámicos, a partir de figuras representadas en un plano; de relacionar la representación esquemática a la realidad; y de usar la representación simbólica de la Química en las clases de Biología.

La experiencia con los alumnos de Bachillerato, ha mostrado que los esquemas de los libros didácticos, muchas veces, no son una fuente suficiente para explicar esas relaciones conceptuales

Transformaciones:

Realización de gráficos para explicar la estructura a los compañeros.



Principios teóricos:

-El ADN, es un ácido nucleico que contiene instrucciones genéticas usadas en el desarrollo y funcionamiento de todos los organismos vivos conocidos y algunos virus, y es responsable de su transmisión hereditaria.

-El papel principal de la molécula de ADN es el almacenamiento a largo plazo de información.

-El mensaje genético se encuentra en la/las cadenas de ADN. Para que la célula se divida este ADN debe duplicarse: REPLICACIÓN, repartiéndose entre las células hijas

-El ADN se replica de manera semiconservativa, a través de un proceso en el que intervienen varias enzimas.

-Muchas veces, el ADN es comparado con un plano o una receta, ya que contiene las instrucciones necesarias para construir otros componentes de las células, como las proteínas y las moléculas de ARN.

-Las cuatro bases nitrogenadas del ADN se encuentran distribuidas a lo largo de la "columna vertebral" que conforman los azúcares con el ácido fosfórico en un orden particular, (la secuencia del ADN).

- La estructura primaria del ADN está determinada por esta secuencia de bases ordenadas sobre la "columna" formada por los nucleósidos: azúcar + fosfato.

-La estructura 2ª del ADN, es el modelo postulado por Watson y Crick: doble hélice con características determinantes:

- las dos hebras de ADN se mantienen unidas por los puentes de hidrógeno entre las bases.
- Los pares de bases están formados siempre por una purina y una pirimidina, de forma que ambas cadenas están siempre equidistantes.
- Existe complementariedad de bases: La A se empareja siempre con la T mediante dos puentes de hidrógeno, mientras que la C se empareja siempre con la G por medio de 3 puentes de hidrógeno.
- las dos hebras son antiparalelas (Figura superior), es decir, tienen una orientación diferente.

-La estructura 3ª es la forma en que se organiza la doble hélice.

-Los segmentos de ADN que llevan esta información genética son llamados genes, pero las otras secuencias de ADN tienen propósitos estructurales o toman parte en la regulación del uso de esta información genética.

Conceptos:

Molécula

Estructura 2ª

Watson y Crick

Doble hélice

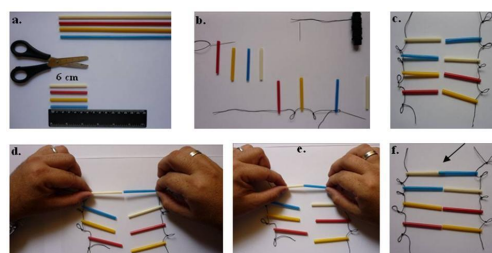
Bases nitrogenadas (adenina, guanina, citosina, timina).

Nucleótidos

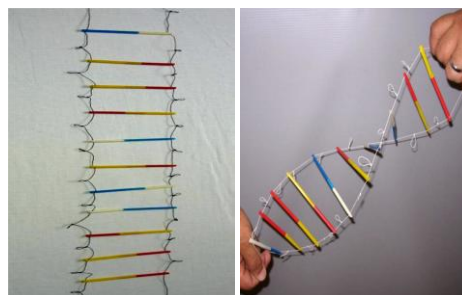
Registros:

| Explicación del proceso (pasos) | Elementos que intervienen |
|---------------------------------|---------------------------|
| | |

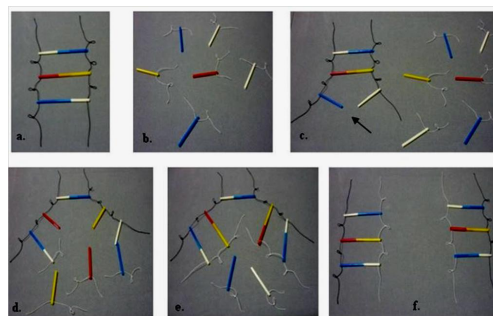
Etapas de la construcción del modelo



Modelo de la molécula de ADN (izq) y modelo tridimensional (derech).



Síntesis de nuevo ADN:



a. Representación de la Molécula de ADN; b. nucleótidos; c. Replicación del ADN (rotura de los puentes de hidrógeno); d. Replicación del ADN (enlace de los nucleótidos libres a las "cadenas antiguas"- plantillas); e. Replicación del ADN (enlace de los nucleótidos libres a las 'cadenas antiguas' y entre sí en cada una de la molécula del ADN); f. Replicación del ADN ("moléculas nuevas"). Para destacar la semiconservación de la molécula del ADN, fue utilizado hilo blanco en los nucleótidos que establecieron enlaces con la "cadena antigua" de la molécula del ADN.

Puentes de hidrógeno
 Hebra antigua
 Hebra nueva
 Complementariedad
 Antiparalelismo
 Polímero
 Fosfatos
 Desoxirribosa
 Efecto hidrofóbico
 Dextrógira
 Levógira
 Superenrollamiento
 Replicación
 Replicación semiconservativa

Realiza un mapa conceptual con los principales conceptos de la estructura del ADN:



Acontecimientos/ objetos

- Construcción de un modelo tridimensional del ADN utilizando:
 - Dos tiras de hilo elástico del tipo látex (Hilo elástico que consiste en un núcleo de hilo de goma enrollado con hilos de algodón) negro de 50 cm para representar la desoxirribosa.
 - 8 pajitas coloridas de refresco, que representarán las diferentes bases nitrogenadas (Adenina = azul, Timina = blanca, Citosina = rojo, Guanina = amarillo).
 - Tijeras.
 - Aguja.
- Aprendizaje de los conceptos más relevantes que intervienen en la estructura del ADN.
- Aprendizaje de los procesos que intervienen en la formación de la doble hélice del ADN.
- Realización de un mapa conceptual.

PRÁCTICA: EXTRACCIÓN DE ADN

MATERIAL.

- Mortero, con su mano.
- Embudo.
- Gasa de nailon (o de visillo).
- Pipeta, con pipeteador.
- 2 Tubos de ensayo.
- Asa de siembra (o aguja enmangada).
- Etiquetas.
- ◊ Arena de río.
- ◊ Disolución concentrada de NaCl (2 M).
- ◊ Alcohol etílico, frío.

Materiales comunes:

- ◆ Ultracentrifugadora.

ULTRACENTRIFUGACIÓN.

Para el uso correcto de la ultracentrifugadora es muy importante:

1. Utilizar para la centrifugación los tubos especiales de la centrifugadora.
2. Que los tubos de la centrifugadora no estén demasiado llenos, para evitar que el contenido se derrame al inclinarse los tubos durante la rotación.
3. Que esté bien equilibrada. Para ello es necesario colocar en extremos opuestos del carrusel dos tubos con igual cantidad de líquido.
4. Anotar los tiempos de centrifugación y la aceleración aplicada (en *ges*) o r.p.m.

MÉTODO.

1. Obtener un trocito de hígado del tamaño de una avellana, aproximadamente 3 gramos.
2. Triturarlo en un mortero, con una cucharadita de arena, para romper las células.
3. Añadir 3 c/c. de una disolución concentrada de NaCl (2 M), para romper los núcleos celulares por choque osmótico.
4. Filtrar a través de una gasa y con ayuda de un embudo, para retirar la arena y los restos conectivos y fragmentos grandes. Recoger el filtrado en un tubo de ensayo.
5. Añadir al tubo de ensayo 1 c/c de detergente (mistol), para precipitar las proteínas.
6. Centrifugar durante 5' para separar las proteínas. Recoger el sobrenadante (que contiene el ADN) en otro tubo de ensayo.
7. Añadir al sobrenadante aislado, CON MUCHO CUIDADO y dejándolo resbalar poco a poco por la pared del tubo de ensayo, de 2 a 3 c/c. de etanol frío, sin que se revuelvan. El ADN se desnaturaliza con el alcohol y aparecerá a modo de hebras blanquecinas en la interfase entre la disolución y el alcohol.
8. Introducir un asa de siembra o una aguja enmangada en el tubo de ensayo, dándole a aquella un movimiento de rotación continuo y suave. De este modo se consigue *pescar*, poco a poco, las hebras de ADN.
9. Al cabo de un rato se podrá ver una *bolita* de ADN en el extremo de la aguja.
10. Limpiar bien todo el material.

Preparación de una disolución de NaCl (2 Molar).

2 Molar significa una concentración de 2 mol/L, es decir 2 moles de sal en un litro de disolución.

Para prepararla: deberíamos poner en un matraz aforado 2 moles de sal y añadir agua destilada hasta completar un litro de disolución.

Pero ¿cuánto son dos moles de sal?

Mol: es el peso molecular expresado en gramos.

Para calcularlo debemos consultar en la tabla periódica la masa atómica del Sodio (Na) y del Cloro Cl.

| | |
|------------------------------|-------|
| La masa atómica del Na es... | 23 |
| La masa atómica del Cl es... | 35 |
| | <hr/> |
| | + 58 |

Por consiguiente, 1 mol de Cloruro sódico son 58 gramos de sal.

Vamos a preparar una disolución 2 Molar: por tanto 2 moles serán
 $58 \times 2 = 116$ gramos.

Pero...

No necesitamos un litro de disolución (no vamos a poner un acuario de tiburones). Nos bastará con preparar 100 ml de disolución.

Calcula cuanta sal necesitamos.

El aprendizaje significativo como factor básico para la construcción de significados y el cambio conceptual

Ausubel (1963, 1968, 2000) y Ausubel, Novak y Hanesian (1987) han distinguido claramente entre el aprendizaje como repetición mecánica en la que se reciben nuevos conocimientos de manera casual, y cuyo contenido no se incorpora en la estructura cognoscitiva o esquema mental (ahora diríamos en la memoria a largo plazo, o MLP) del individuo, y el aprendizaje significativo, donde el discente integra de manera refleja el nuevo conocimiento adquirido en los que posee de antemano. La mayoría de los estudiantes acaba en formas de aprendizaje memorístico y rutinario. Desgraciadamente, la mayor parte de estos aparentes "conocimientos" se esfuman pronto y no es posible recuperarlos del archivo que llamamos memoria de largo plazo; incluso, aunque se recuerden, raramente podrá el estudiante utilizarlos en nuevos contextos, es decir, para resolver nuevos problemas. Así, el alto "rendimiento" de estos estudiantes es en gran medida fraudulento e inauténtico (Edmondson and Novak, 1992).

La Figura 1.8 muestra el continuo aprendizaje significativo/aprendizaje memorístico por repetición mecánica, así como las características más relevantes de ambos tipos de aprendizaje.

La mayor parte del aprendizaje escolar, presionado por una pobre instrucción y evaluación, está cerca del extremo repetitivo del *continuum* (Novak, 1989).

En la Figura 1.9 se presenta el aprendizaje significativo como adquisición de nuevos conocimientos mediante su inclusión en conceptos ya existentes en la estructura cognitiva (1), y el aprendizaje memorístico por repetición mecánica como almacenamiento aislado de los elementos de conocimiento en la estructura cognitiva (2) (modificada a partir de Novak, 1972 y 1977).

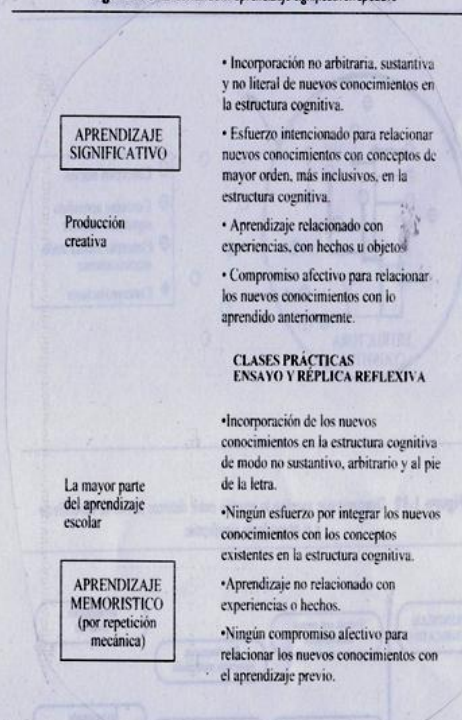
Los tipos de aprendizaje receptivo, por descubrimiento y autónomo forman un continuo distinto del que componen los aprendizajes memorístico y significativo. En la Figura 1.10 se muestran, además, ejemplos de actividades de aprendizaje con su importancia en relación con los dos ejes de referencia (a partir de Novak y Gowin, 1988).

El aprender significativo eficiente y eficaz requiere, según Ausubel, de:

1. Una estructura cognitiva apropiada en el alumno. Ello implica el conocimiento previo de la misma por parte del profesor.
2. Materiales de aprendizaje significativos, conceptualmente transparentes. Para ello será necesaria una planificación adecuada, por parte del profesor o grupo de profesores tanto del currículo cuanto de la instrucción y que tenga coherentemente en cuenta el punto anterior.
3. A tenor de la experiencia, lo más importante: una disposición favorable por parte del alumno hacia este tipo de aprendizaje. Ello exige al profesor—

© narcea, s. a. de ediciones

Figura 1.8 El continuum aprendizaje significativo/repetitivo



que sea capaz de fomentar esas actitudes favorables, a través de la motivación correspondiente.

En el capítulo correspondiente veremos cómo esa poderosa herramienta de los Mapas Conceptuales permite al profesor abordar con éxito estos desafíos.

La construcción del conocimiento

Si el aprendizaje significativo supone una incorporación sustantiva, es decir, lógica (no puramente casual o arbitraria) de conceptos y proposiciones en la estructura cognoscitiva o esquema conceptual preexistente,

Figura 1.9 Diagrama presentando el aprendizaje significativo

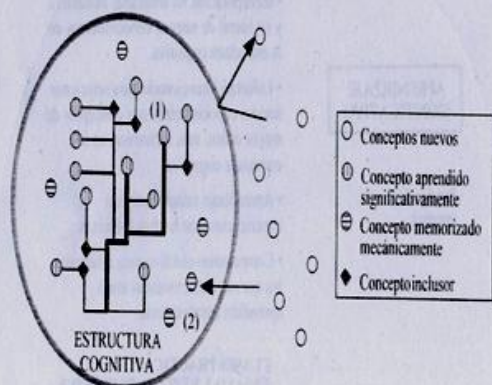
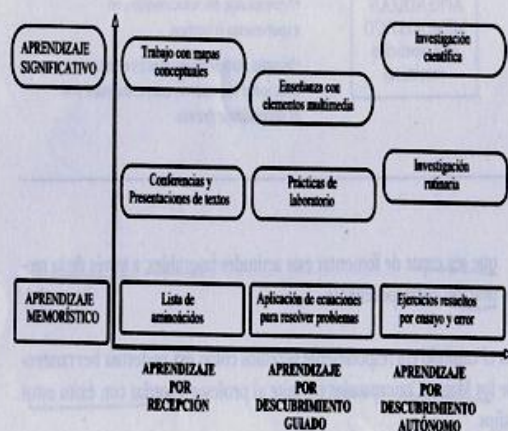


Figura 1.10 Diagrama que muestra la relación entre distintas tareas de aprendizaje y el aprendizaje significativo



debemos preguntarnos qué son un concepto, una proposición y una estructura cognoscitiva. Con estas preguntas pasamos de la psicología a la epistemología, o sea, a la ciencia que estudia la naturaleza del conocimiento y el modo como se producen nuevos conocimientos. Gowin

(1981) dedicó su carrera al estudio de la epistemología en el contexto de la educación e inventó un magnífico diagrama heurístico dándole la forma de V. La forma como tal es de importancia secundaria, pero sirve para señalar y distinguir los diversos elementos epistemológicos fundamentales que operan en la construcción de nuevos conocimientos o de nuevos significados. La V del Conocimiento de Gowin consta de doce elementos epistemológicos.

En el vértice de la V están los hechos y objetos que queremos comprender. En el lado izquierdo se sitúan los elementos epistemológicos que aportamos al estudio (nuestra estructura conceptual/teórica) y a la derecha, los pasos que damos en el proceso de conocer, guiados y condicionados por nuestra estructura conceptual/teórica (el esquema mental preexistente). En el centro/abertura de la V están las preguntas clave que constituyen el objeto de estudio y que orientan la relación mutua de los doce elementos en el desarrollo de la investigación.

La construcción de significados tiene lugar cuando se percibe una nueva regularidad en los hechos u objetos, o en la formulación de los hechos u objetos, que conducen a la formación de conceptos y/o a la construcción de nuevas proposiciones.

En el capítulo siguiente describiremos la V con más detalle; adelantamos en la Figura 1.11, sus elementos constituyentes.

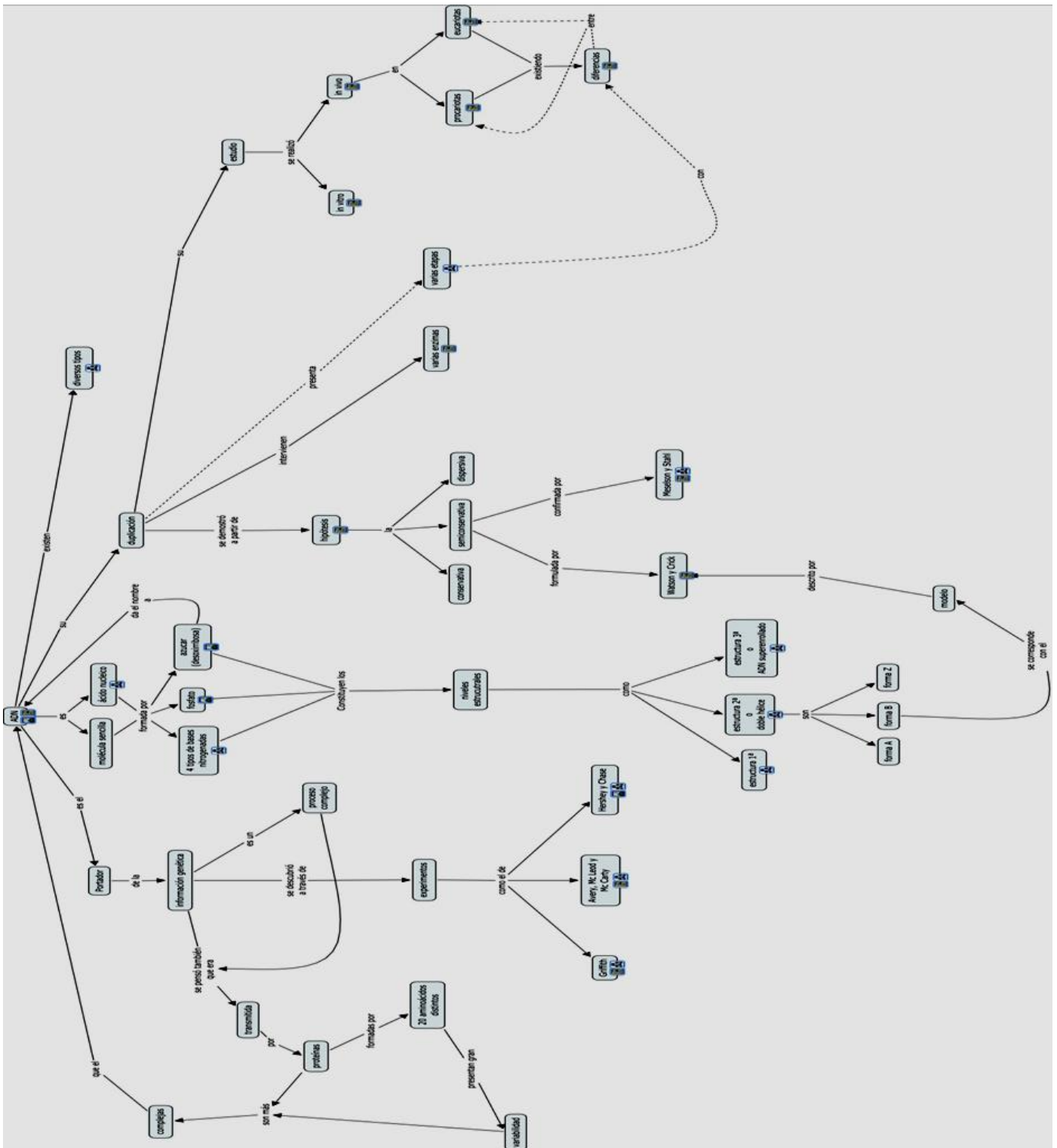
La construcción de estructuras conceptuales y proposicionales

Los conceptos se combinan para formar oraciones o proposiciones. El conocimiento que guarda nuestro cerebro se compone de redes de conceptos y proposiciones. El significado de los conceptos se deriva de la totalidad de proposiciones relacionadas con un concepto dado, más las connotaciones emocionales asociadas con estos conceptos, connotaciones derivadas en parte de las experiencias y del contexto de aprendizaje durante el cual fueron adquiridos los conceptos. Piaget (1929, 1930) popularizó la entrevista clínica como medio para sondear los procesos cognoscitivos que se dan en los niños al interpretar los sucesos. Nosotros hemos adaptado su planteamiento con un fin muy distinto: identificar los esquemas conceptuales y proposicionales que las personas utilizan a la hora de explicar sucesos. A base de estas entrevistas se concibió y diseñó la técnica del Mapa Conceptual para representar el conocimiento del entrevistado (Novak y Gowin, 1984, capítulo 7; Novak y Musonda, 1991).

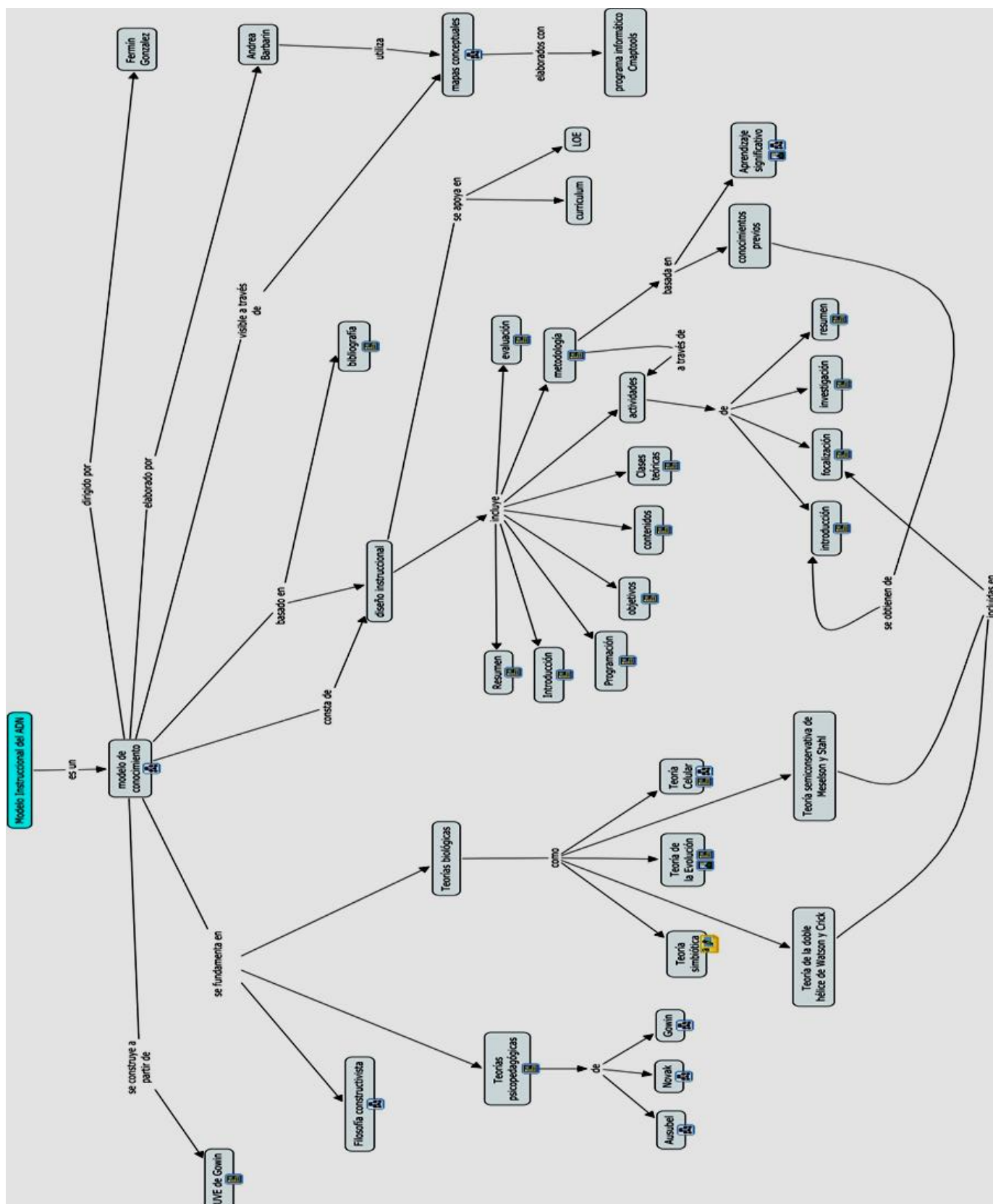
Al principio, el aprendizaje o adquisición de conceptos suele estar inscrito en el contexto apropiado y ser muy significativo. En cambio, gran parte del aprendizaje escolar se basa en la repetición mecánica de las definiciones de los conceptos, o de las declaraciones de principios sin la oportunidad de observar los hechos u objetos relevantes, y sin una inte-

Anexo 8: mapa conceptual

Modelo de conocimiento del ADN:



Modelo instruccional:



RÚBRICA PARA EVALUAR LAS EXPOSICIONES ORALES

| Calificación | 5-excelente | 4-muy bien | 3-bien | 2-regular | 0-1 necesita mejorar |
|--|--|---|---|--|---|
| Criterios | | | | | |
| Conocimiento y preparación del tema | Demuestra solvencia y confianza al expresar sus conocimientos , presentando la información más precisa y pertinente para el desarrollo del tema. | Demuestra confianza en sus conocimientos, presentando la información más precisa para el desarrollo del tema. | Demuestra confianza en sus conocimientos, pero falla en algunos momentos al tratar de ofrecer la información más precisa | Demuestra poco conocimiento del tema y escasa información relevante. | Demuestra falta de conocimientos del tema. La información que da es irrelevante. |
| Expresión de un punto de vista personal | Argumenta sus ideas a partir de conocimientos válidos sobre el tema elegido, así como el énfasis en las ideas centrales. | Argumenta sus ideas a partir de conocimientos válidos sobre el tema elegido, así como el énfasis en alguna idea central. | Argumenta sus ideas a partir de conocimientos válidos sobre el tema elegido, aunque no logra sostenerse en una idea central. | Ofrece ideas personales sobre el tema sin establecer ninguna relación entre ellas o la información ofrecida. | Expresa ideas impertinentes respecto del tema de la exposición. |
| Estructura y orden | Ofrece una exposición altamente organizada, facilitando la captación de su discurso desde el inicio hasta el final de su intervención. Emplea muchos enlaces cruzados y no incluye ninguna secuencia lineal. | Ofrece una exposición bien organizada, facilitando la captación de su discurso en la mayoría de momentos. Emplea varios enlaces cruzados, pero incluye alguna secuencia lineal. | Ofrece una exposición organizada de manera adecuada, pero dejando algunas ideas sueltas. Emplea varios enlaces cruzados y también varias secuencias lineales. | Ofrece una exposición desorganizada, causando confusión en el alumnado. Emplea pocos enlaces cruzados y bastantes secuencias lineales. | Ofrece una exposición carente de orden o cuidado por la organización del tema. Apenas incluye ningún enlace cruzado y abusa de las secuencias lineales. |
| Uso formal del lenguaje | Establece un permanente contacto con el público a través del dominio de un registro lingüístico adecuado, un | Establece un permanente contacto con el público a través de la preeminencia de un registro adecuado, un buen tono de | Establece cierto contacto con el público mediante la intención de mantener un registro adecuado y un buen tono de | Expresa sus ideas de manera poco comunicativa, así como un registro informal y un tono de voz inadecuado. | Expresa ideas incoherentes, sin establecer un mínimo contacto con el alumnado. |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|---|
| | buen tono de voz, el código gestual y el contacto visual. | voz y el contacto visual. | voz. | | |
| Entusiasmo | Expresiones faciales y lenguaje corporal generan un fuerte interés y entusiasmo sobre el tema en otros. | Expresiones faciales y lenguaje corporal algunas veces generan un fuerte interés y entusiasmo sobre el tema en otros. | Expresiones faciales y lenguaje corporal son usados para tratar de generar entusiasmo, pero parecen ser fingidos. | Muy poco uso de expresiones faciales o lenguaje corporal. No genera mucho interés en la forma de presentar el tema. | Ninguna expresión facial o lenguaje corporal. No genera nada de interés en la presentación del tema. |
| Uso de recursos como mapas subordinados, resúmenes, fotos, videos, enlaces... | Incluye todos los recursos. Las imágenes y videos son relevantes al tema, son de buena calidad y aumentan el interés del oyente. | Incluye todos los recursos, pero alguna imagen o video son poco relevantes al tema, pero los que sí lo son despiertan interés. | No incluye todo tipo de recursos, y algunos de ellos no son relevantes respecto al tema y no despiertan mucho interés. | Faltan varios recursos, entre ellos mapas subordinados. Los elementos visuales son pobres y no abonan a la presentación. Las imágenes y videos no despiertan interés. | Apenas incluye recursos. |
| Creatividad | Presenta el material creativamente y de forma espontánea. Mucha originalidad en los recursos empleados. | Hay bastante originalidad, con buena variedad de imágenes, videos, esquemas, gráficos... | Hay ciertos aspectos originales, y bastante variación de recursos. | Poca o ninguna variación; poca originalidad e interpretación. | Repetitivo, con poca o ninguna variedad. No presenta creatividad. |
| Uso del tiempo | Utiliza el tiempo adecuadamente y logra explicar todos los aspectos de su modelo instruccional a un buen ritmo. | Utiliza el tiempo adecuadamente pero al final tiene que cubrir algunos tópicos con prisa. | No cumple el tiempo de manera exacta, se queda corto o se alarga, pero solo por no más de 5 minutos. | Confronta problemas menores en el uso del tiempo (termina pronto o no logra terminar su presentación el tiempo asignado). | Confronta problemas mayores en el uso del tiempo (termina muy pronto o no logra terminar su presentación en el tiempo asignado, alargándose mucho). |
| Preguntas contestadas | El estudiante puede con | El estudiante puede con precisión | El estudiante puede contestar con precisión la | El estudiante puede con precisión | El estudiante no puede contestar las preguntas |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|
| | precisión contestar casi todas las preguntas planteadas sobre tema, por los compañeros de clase. | contestar la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema, por los compañeros de clase. | mitad de las preguntas planteadas sobre el tema, por los compañeros de clase. | contestar solo unas pocas preguntas planteadas sobre el tema, por los compañeros de clase. | planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase. |
|--|--|--|---|--|---|

RÚBRICA PARA LA AUTOEVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN ORAL

| CRITERIOS A EVALUAR | 5- Excelente | 4- Muy bien | 3- Bien | 2- Regular | 0-1 Necesita mejorar |
|--|--------------|-------------|---------|------------|----------------------|
| Dominé ampliamente el tema | | | | | |
| Apliqué la información (ofrecí ejemplos) | | | | | |
| Introduje bien el tema | | | | | |
| Seguí un orden o una estructura definida | | | | | |
| Evite las secuencias lineales e introduje gran cantidad de enlaces cruzados. | | | | | |
| Hice un uso adecuado del tiempo | | | | | |
| Demostre seguridad | | | | | |
| Me expresé con corrección | | | | | |
| La información que presenté se entiende | | | | | |
| Pude aclarar dudas o conceptos | | | | | |
| Usé un vocabulario adecuado y variado | | | | | |
| Presenté la información de forma creativa | | | | | |
| Mi volumen de voz fue lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los alumno/as a través de toda la presentación. | | | | | |
| Tuve buena postura, estuve relajado y seguro de mí mismo. Establecí contacto visual con todos los alumnos durante la presentación. | | | | | |
| Mis expresiones faciales y lenguaje corporal generaron un fuerte interés y entusiasmo sobre el tema. | | | | | |
| Utilicé elementos visuales tales como tablas, ilustraciones, videos, esquemas y mapas subordinados. Las imágenes y videos fueron relevantes al tema, fueron de buena calidad y aumentaron el interés del alumnado. | | | | | |

Describe lo más que le gustó de su presentación:

¿Cómo podría mejorar la misma?

Anexo 10:

Examen biología 2º Bachillerato

Apellidos y nombre:

PARTE A

1- Explica brevemente las siguientes cuestiones. (6 puntos)

- ¿A partir de que experimento se dedujo la existencia de un factor transformante en las bacterias? Explícalo brevemente.
- ¿Qué son los fragmentos de Okazaki?
- ¿En qué consiste el experimento de Meselson y Stahl? ¿Qué demostraron?
- ¿Cuáles son las características estructurales de molécula del ADN?
- ¿En qué tipos de niveles estructurales se puede encontrar el ADN? Cítalos y explícalos brevemente.
- ¿Qué tres hipótesis se enunciaron sobre la forma de duplicarse el ADN?

2- Desarrolla los siguientes temas.

TEMA 1 (2 puntos)

- La replicación.
- a) La replicación en procariotas. (1 punto).
- b) Diferencias o peculiaridades con la replicación en eucariotas. (0,5 puntos).
- c) Características de la replicación. (0,5 puntos).

TEMA 2 (2 puntos) CONTESTAD SOLO A UNA DE LAS DOS OPCIONES.

OPCIÓN A

- Síntesis de ADN in vitro.

OPCIÓN B

- Síntesis de ADN in vivo.

PARTE 2

Responde las siguientes preguntas de test. Solo una de las respuestas es correcta. Por cada tres incorrectas, se restara una.

1- El esquema que se observa en la Fig. 1 representa:

- A. La replicación semiconservativa;
- B. la replicación conservativa;
- C. la transcripción del ADN;
- D. La traducción de la información genética.

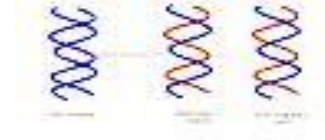


Fig.1

2- El esquema que se observa en la Fig. 2 representa:

- A. La replicación semiconservativa;
- B. la replicación conservativa;
- C. la transcripción del ADN;
- D. La traducción de la información genética.

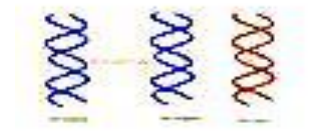


Fig.2

3- Meselson y Stahl cultivaron, durante cierto tiempo, bacterias *E. coli* en un medio con ^{15}N (nitrógeno pesado) para que todo el ADN estuviese formado por dos hebras de ^{15}N ($^{15}\text{N} - ^{15}\text{N}$) más pesadas. Si se aísla el ADN de las bacterias y se centrifuga ¿qué resultado de los que se ofrecen en la fig. 3 se obtendrá?

- A. El del tubo 1;
- B. el del tubo 2;
- C. el del tubo 3;
- D. el del tubo 4.

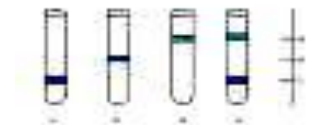


Fig. 3

4- A continuación, Meselson y Stahl cultivaron las bacterias en nitrógeno ^{14}N (^{14}N) más ligero, durante 30 minutos, lo que dura un ciclo de replicación. Si la hipótesis de síntesis conservativa del ADN fuera la correcta, ¿qué resultado, de los que se ofrecen en la Fig. 3, se habría obtenido?

- A. El del tubo 1;
- B. el del tubo 2;
- C. el del tubo 3;
- D. el del tubo 4.

5- ¿Qué resultado, de los que se ofrecen en la Fig. 3, obtuvieron Meselson y Stahl después de cultivar bacterias *E. coli* con su ADN pesado con ^{15}N en ^{14}N durante un sólo ciclo de replicación?

- A. El del tubo 1;
- B. el del tubo 2;
- C. el del tubo 3;
- D. el del tubo 4.

6- ¿Qué resultado, de los que se ofrecen en la Fig. 4, es previsible obtener, en el caso de que la hipótesis de la replicación semiconservativa sea la correcta, después de cultivar bacterias *E. coli* con su ADN con ^{15}N en ^{14}N durante dos ciclos de replicación?

- A. El del tubo 1;
- B. el del tubo 2;
- C. el del tubo 3;
- D. el del tubo 4.

7- ¿Qué resultado, de los que se ofrecen en la Fig. 4, es previsible obtener, en el caso de que la hipótesis de la replicación

conservativa sea la correcta, después de cultivar bacterias *E. coli* con su ADN con ^{15}N en ^{14}N durante dos ciclos de replicación?

- A. El del tubo 1;
- B. el del tubo 2;
- C. el del tubo 3;
- D. el del tubo 4.

8- Los experimentos de Meselson y Stahl demostraron que el ADN se replicaba...

- A. del extremo amino al carboxilo;
- B. conservativamente;
- C. en procariotas conservativamente y en eucariotas de manera semiconservativa;
- D. de manera semiconservativa.

9- La Fig. 5 representa la replicación de una de las hebras del ADN. Basándonos en ella, podemos decir...

- A. que hay un error, pues el ADN no tiene uracilo (U);
- B. que hay un error, pues el ADN no tiene adenina (A);
- C. que hay un error, pues la cadena que se está replicando de manera continua es la $3' \rightarrow 5'$.
- D. No hay ningún error, todo es correcto.

10- La Fig. 6 representa la síntesis discontinua de una de las hebras del ADN. En ella podemos apreciar...

- A. que hay un error, pues el ADN no tiene uracilo (U);
- B. que hay un error, pues el ADN no tiene timina (T);
- C. que hay un error, pues la cadena que se está replicando de manera continua es la $3' \rightarrow 5'$.
- D. No hay ningún error, todo es correcto.

11- El esquema de la Fig. 7 representa la replicación en un ojo de replicación. En él el fragmento 1 se ha replicado de manera....

- A. conservativa;
- B. continua;
- C. discontinua;
- D. por transcripción, pues presenta ARN.

12- El esquema de la Fig. 8 representa la replicación en un ojo de replicación. En él el fragmento 2 se ha replicado de manera....

- A. conservativa;
- B. continua;
- C. discontinua;
- D. por transcripción, pues presenta ARN.

13- El esquema de la Fig. 9 representa la replicación en un ojo de replicación. En él el fragmento 3 se ha replicado de manera....

- A. conservativa;
- B. continua;
- C. discontinua;
- D. por transcripción, pues presenta ARN.

14- La diapositiva de la Fig. 11 representa la replicación en... células eucariotas;

- A. en virus;
- B. en células procariotas;
- C. en células animales.

15- La razón que se puede dar a la respuesta anterior es...

Fig.4

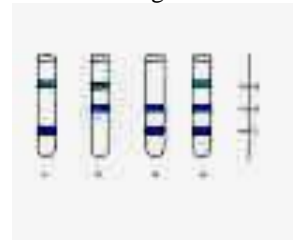


Fig.5

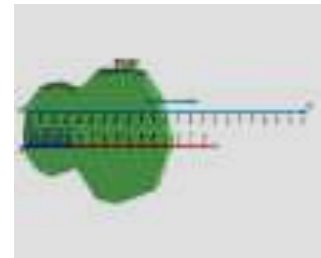


Fig. 6



Fig. 7

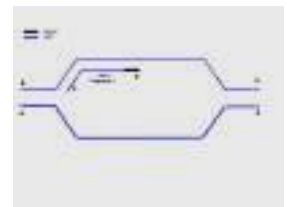
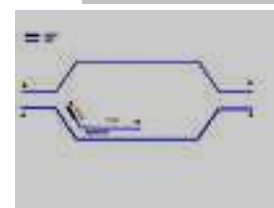


Fig. 8



- A. que en los eucariotas el ADN es circular;
- B. que sólo hay un ojo de replicación y el ADN es circular;
- C. que el ADN se está replicando discontinuamente;
- D. que lo que se observa es claramente un caso de replicación conservativa.

Fig. 9



Fig. 11

16- La diapositiva de la Fig. 12 representa la replicación en... células eucariotas;

- A. en virus;
- B. en células procariotas;
- C. en bacterias.

17- La razón que se puede dar a la respuesta anterior es...

- A. que en los eucariotas el ADN es lineal;
- B. que hay varios ojos de replicación y el ADN es circular;
- C. que lo que se observa es claramente un caso de replicación semiconservativa;
- D. que la molécula de ADN es lineal y hay varios ojos de replicación.



Fig.12

Pregunta nº 1 (Múltiple Elección): En una horquilla de replicación

- ☐ A) las dos hebras hijas se replican del mismo modo
- ☐ B) la hebra guía se replica en dirección 3'-->5'
- ☐ C) la hebra retardada se replica de forma fragmentada
- ☐ D) sólo se replica una de las hebras, que recibe el nombre de hebra codificadora

Pregunta nº 2 (Múltiple Elección): La DNA-polimerasa III de E. coli

- ☐ A) es un monómero de 103 kDa
- ☐ B) necesita de un molde, pero no de cebador
- ☐ C) necesita de un cebador, pero no de molde
- ☐ D) es incapaz de unir el OH en 3' de una hebra con el fosfato en 5' de otra hebra

Pregunta nº 3 (Múltiple Elección): Durante la replicación, las dos hebras que forman la molécula de DNA deben separarse. Este problema se resuelve con la ayuda de proteínas como

- ☐ A) la DNA-polimerasa
- ☐ B) la histona H1
- ☐ C) las proteínas ssb
- ☐ D) la helicasa

Pregunta nº 4 (Múltiple Elección): La replicación del DNA

- ☐ A) normalmente es bidireccional
- ☐ B) es conservadora
- ☐ C) se lleva a cabo mediante unidades discretas llamadas replicones
- ☐ D) requiere una molécula de RNA que actúa como cebador

Pregunta nº 5 (Múltiple Elección): La unión entre el OH en 3' de una

hebra de DNA y el OH de un fosfato en 5' de otra hebra de DNA la cataliza el enzima

- ☐ A) DNA-polimerasa I
- ☐ B) DNA-polimerasa III
- ☐ C) DNA-ligasa
- ☐ D) helicasa

Pregunta nº 6 (Múltiple Elección): El enzima primasa cataliza la síntesis de

- ☐ A) Fragmentos de Okazaki
- ☐ B) DNA circular
- ☐ C) RNA cebador
- ☐ D) RNA de transferencia (RNAt).

Pregunta nº 7 (Múltiple Elección): Los fragmentos de Okazaki

- ☐ A) tienen un tamaño que oscila entre 1000 y 2000 nucleótidos
- ☐ B) se sintetizan sin necesidad de cebador
- ☐ C) se van soldando unos con otros gracias a la RNA-primasa
- ☐ D) se sintetizan únicamente en la hebra retardada, en dirección 3'-->5'

Pregunta nº 8 (Múltiple Elección): Las zonas del DNA que se están replicando pueden adoptar diversas estructuras como

- ☐ A) horquilla de replicación
- ☐ B) estructura \square (theta), si el DNA es circular
- ☐ C) burbuja de replicación
- ☐ D) nucleosoma

Pregunta nº 9 (Múltiple Elección): La DNA-polimerasa I de E. coli

- ☐ A) sólo actúa en presencia de una molécula de DNA que actúa como molde
- ☐ B) no requiere de cebador
- ☐ C) funciona como polimerasa tanto en dirección 5'-->3' como en dirección 3'-->5'
- ☐ D) funciona como exonucleasa tanto en dirección 5'-->3' como en dirección 3'-->5'

Pregunta nº 10 (Múltiple Elección): La DNA-polimerasa I de E. coli

- ☐ A) posee función correctora
- ☐ B) puede funcionar al mismo tiempo como polimerasa y como exonucleasa
- ☐ C) elimina los RNA cebadores utilizados durante la replicación
- ☐ D) es capaz de unir el OH en 3' de una hebra con el fosfato en 5' de otra hebra

BIBLIOGRAFÍA

1. GONZALEZ, F. M^a. (2008). *El Mapa Conceptual y el Diagrama V. Recursos para la Enseñanza Superior en el siglo XXI*. (Madrid: Ediciones Narcea).
2. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8(1), 115-124, 2011.
3. Apuntes de genética de la Universidad de Navarra.
4. Apuntes y documentación suministrada en el Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria.
5. JIMENO, A., BALLESTEROS, M. Y UGEDO, L. (2003). *Biología 2º bachillerato* (Madrid, Ed.; Santillana).
6. JIMENO, A., BALLESTEROS, M. Y UGEDO, L. (2009). *Biología 2º bachillerato* “La casa del saber” (Madrid, Ed.; Santillana).
7. COSTA PÉREZ-HERRERO, A., y GONZÁLEZ, C.A.M. (2009). *Biología 2º bachillerato* (Ed.; Everest).
8. <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/2bachillerato/genetica/index.htm> (Proyecto Biosfera).
9. http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/bio_ejercicios.htm
10. <http://www.um.es/molecula/dupli00.htm>
11. <http://www.youtube.com>
12. <http://www.wikipedia.org>